



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**  
**ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ**  
**ΜΕ ΤΟ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ**

**Μελέτη προσδιορισμού της παρουσίας και συλλογής γόνου χτενιών των ειδών *Flexorecten glaber* και *Chlamys varia* στην περιοχή “Μάζωμα” του Αμβρακικού Κόλπου**

**Τσότσιος Δημήτρης**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

- 1. Θεοδώρου Ιωάννης. Καθηγητής εφαρμογών, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ**
- 2. Αγγελίδης Παναγιώτης. Αναπληρωτής καθηγητής, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης**
- 3. Περδικάρης Κωνσταντίνος. Ιχθυολόγος, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ**

**ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2008**



**UNIVERSITY OF THESSALY**  
**SCHOOL OF HEALTH SCIENCES**  
**FACULTY OF VETERINARY MEDICINE**

**POSTGRADUATE THESIS OF VETERINARY DEPARTMENT STUDY  
PROGRAM IN COLLABORATION  
WITH THE TECHNOL. EDUC. INSTIT. OF EPIRUS**

**A study in investigating the larval abundance and spatfall of two  
pectinid species *Flexopecten glaber* and *Chlamys varia*, in the area  
“Mazoma”, Amvrakikos Gulf, Western Greece**

**Tsotsios Dimitris**

**ADVISOR COMMITTEE**

- 1. Theodorou I., Lecturer, Department of Fisheries and Aquaculture,  
T.E.I. of EPIRUS**
- 2. Dr. Aggelidis P., Reader of Veterinary School of Medicine, Aristotelian  
Univercity of Thessalonica**
- 3. Perdikaris K., Ichthyologist, Department of Fisheries and Aquaculture,  
T.E.I. of EPIRUS**

**KARDITSA 2008**



***Στην οικογένειά μου***

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιοχή του Αμβρακικού κόλπου αποτελεί σημαντικό αλιευτικό πεδίο για το είδος χτενιού *Flexopecten glaber* (Linnaeus 1758). Στην ίδια περιοχή έχει παρουσία και το είδος *Chlamys varia* (Linnaeus 1758). Ο πληθυσμός τους και κατά συνέπεια η αλιευτική παραγωγή παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις μεταξύ των ετών.

Τα είδη των χτενιών *Flexopecten glaber*, *Chlamys varia* και *Pecten jacobaeus* (Linnaeus 1758) κατανέμονται κατά μήκος των μεσογειακών ακτών και αποτελούν τμήμα της αλιευτικής δραστηριότητας, με σημαντικότερη την Αδριατική θάλασσα σε βάθη μεταξύ 25 και 75 m, όπου τα όστρακα αλιεύονται με βυθοκόρους.

Αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι στα ύδατα της Μεσογείου η ωοτοκία των ανωτέρω ειδών πραγματοποιείται μεταξύ του Φεβρουαρίου και αρχές Αυγούστου και οι νύμφες κολυμπούν για 3-4 εβδομάδες πριν από την προσκόλληση, σε θερμοκρασία νερού μεταξύ 15 και 18°C. Στη βόρεια Αδριατική, ο αναπαραγωγικός ο κύκλος αυτών των οστράκων παρουσιάζει τρεις περιόδους ωοτοκίας, το Μάιο, τον Αύγουστο και το Δεκέμβριο και ο γόνος συλλέγεται στα ρηχά ύδατα (2-20 m βάθος) την άνοιξη και καλοκαίρι.

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια προσδιορισμού του χρόνου παρουσίας του γόνου των δύο ειδών στην περιοχή «Μάζωμα του Αμβρακικού κόλπου και διερευνήθηκε η δυνατότητα συλλογής του για εκτροφή, είτε για εμπορικούς σκοπούς είτε για εμπλουτισμό της περιοχής.

Χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός δειγμάτων πλαγκτού, συλλεκτών μικρής και μεγάλης χρονικής διάρκειας παραμονής στη θάλασσα για την

συλλογή και προσκόλληση του γόνου ώστε να αναπτυχθεί μια τεχνική για τον προσδιορισμό του χρόνου παρουσίας των νυμφών και της προσκόλλησης του γόνου με στόχο να μεγιστοποιηθεί η συγκομιδή του. Η συλλογή πλαγκτονικών οργανισμών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση πλαγκτονόδικτου σε όλη τη στήλη του νερού, από τους οποίους προσδιορίστηκαν οι νύμφες των χτενιών. Η προσκόλληση του γόνου ελέγχθηκε με την τοποθέτηση τεχνητών συλλεκτών στο χώρο για διαδοχικά διαστήματα 15 ημερών. Η συλλογή του γόνου ελέγχθηκε με την τοποθέτηση ίδιου τύπου συλλεκτών για όλη την διάρκεια του πειράματος. Τόσο οι συλλέκτες ένδειξης όσο και οι συλλέκτες μεγάλης διάρκειας τοποθετήθηκαν σε τρία διαφορετικά βάθη για την εκτίμηση του βέλτιστου βάθους τοποθέτησης.

Τα αποτελέσματα δηλώνουν την παρουσία του γόνου και των δύο ειδών χτενιών. Οι νύμφες ήταν παρούσες σε όλα τα δείγματα από τις αρχές Μαΐου έως το τέλος Αυγούστου με μέγιστες τιμές στις αρχές Ιουνίου και στα μέσα Ιουλίου. Τα δεδομένα από τους συλλέκτες ένδειξης κατέδειξαν την προσκόλληση γόνου στη διάρκεια του πειράματος. Ο συνολικός αριθμός των συλλεχθέντων ατόμων γόνου του *varia* υπερτερεί του *glaber*. Και στα δύο είδη οι συλλέκτες που τοποθετήθηκαν στο μεγαλύτερο βάθος παρουσίασαν τα καλύτερα αποτελέσματα. Οι μεγάλης διάρκειας συλλέκτες που τοποθετήθηκαν στο βάθος των 8 m συνέλεξαν μέσο όρο ανά συλλέκτη, 302 άτομα από το *Chlamys varia* και 166 άτομα από το *Flexopecten glaber*.

Η περαιτέρω ανάπτυξη της μεθόδου προσδιορισμού του γόνου μπορεί να οδηγήσει στη συλλογή μεγάλου πληθυσμού γόνου χτενιών και να βοηθήσει σημαντικά στην στήριξη της αλιείας και εκτροφής χτενιών στην περιοχή.

Ανάλογες έρευνες συλλογής γόνου οστράκων πραγματοποιήθηκαν στη δυτική Μεσόγειο το 1990 σε διαφορετικές ζώνες και βάθη και συγκεκριμένα στα ύδατα της περιοχής Castellon της Ισπανίας σε βάθος 70-75 m, προσδιορίστηκαν επτά διαφορετικά είδη χτενιών, τα *Chlamys varia* (Linnaeus 1758), *Aequipecten opercularis* (Linnaeus 1758), *Pecten jacobaeus* (Linnaeus 1758), *Pseudamussium clavatum* (Poli 1795), *Flexopecten flexuosus* (Poli 1795), *Perapecten commutatus*, και *Palliolum incomparabile* (Risso 1826), αλλά μόνο τα πρώτα τρία από αυτά είναι σημαντικά από εμπορική σκοπιά. Συνήθως, κατά τη διάρκεια των 6 μηνών που οι συλλέκτες παρέμειναν κρεμασμένοι, όλα τα είδη χτενιών ωτοκούσαν και ο γόνος τους επικάθονταν στους πλαστικούς συλλέκτες. Τον Οκτώβριο, τα επτά είδη χτενιών, μεταξύ άλλων ειδών δίθυρων και γαστερόποδων, ήταν παρόντα στους συλλέκτες.

Στη χώρα μας η συστηματική εκτροφή των χτενιών είναι ανύπαρκτη, παρόλο που ο κλάδος θα μπορούσε σε ορισμένες θαλάσσιες περιοχές να αναπτυχθεί λόγω ιδιαίτερα ευνοϊκών περιβαλλοντικών συνθηκών, ενώ η αλιεία τους είναι περιστασιακή και παρουσιάζει τοπικό χαρακτήρα.

## **ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Θεοδώρου Ιωάννης. Καθηγητής εφαρμογών, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας,  
Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ.

Αγγελίδης Παναγιώτης. Αναπληρωτής καθηγητής, Κτηνιατρική Σχολή,  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Περδικάρης Κωνσταντίνος. Ιχθυολόγος, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι.  
ΗΠΕΙΡΟΥ.



## ABSTRACT

Amvrakikos gulf constitutes an important fisheries field for the species of scallop *Flexopecten glaber* (Linnaeus 1758). Also in the same region the presence scallop *Chlamys varia* (Linnaeus 1758) has been well known. The population of the pectinids and accordingly the annual production presents intense fluctuations through the years.

The species of scallops *Flexopecten glaber*, *Chlamys varia* and *Pecten jacobaeus* (Linnaeus 1758) are distributed along the Mediterranean coasts and constitute piece of commercially fishing activity, with more important the Adriatic sea between 25 and 75 m depth where the scallops are caught by dredges.

It is assumed that in the Mediterranean waters, *Flexopecten glaber*, *Chlamys varia* and *Pecten jacobaeus* spawning, take place between February and early August and the larvae swim for 3-4 weeks before settlement, at a water temperature between 15 and 18°C. In the northern Adriatic, the reproductive cycle of this scallops shows three spawnings periods, in May, August and December and spat is collected in shallow waters (2-20 m deep) in spring and summer.

The aim of this study was to investigate the presence of the two species spat, the optimal period to apply collectors in the region and the possibility of their spat collection either for commercial culture or reintroduction.

A combination of gonadal monitoring, plankton sampling, spat settlement and spat collection trials were used to develop a technique to predict the scallop spatfall date to maximize the yield of scallops spat. Collection of plankton-

ic organisms was realised with the use of plankton net in a vertical haul in the column of water, by which the larvae of scallops were determined.

The settlement of spat was investigated by measuring larval abundance with the placement of collectors in the water for successive intervals of 15 days. The spat collection was monitored with the placement of same type collectors for the whole duration of experiment. Both indicator and long term collectors were placed in three different depths to provide information concerning the optimal depth for collection. The results revealed the spat presence of the two scallops species. The larvae of the scallops were present in all samples from the beginning of May to the end of August with the greatest number obtained at the beginning of June and in the middle of July. Data from indicator collectors demonstrated the scallop spat settlement during experimental period. The total number of collected spats of *varia* are higher than *glaber*. For both species collectors that were installed 8m below the water surface, exhibit the highest settlement intensity. Long term collector bags immersed during this period at 8 m depth yielded per collector, 302 spat of *Chlamys varia* and 166 spat of *Flexopecten glaber*.

The development of the technique can result in the collection of a great number of scallops spat for ongrowing trials, giving a help to the industry in the region of Amvrakikos gulf.

Such studies of scallop spat collection in the western Mediterranean started in 1990 in different zones and depths. In similar previous studies in the waters of Castellon at 70-75 m depth seven different species of Pectinidae were identified, *Chlamys varia* (Linnaeus 1758), *Aequipecten opercularis* (Linnaeus 1758), *Pecten jacobaeus* (Linnaeus 1758), *Pseudamussium clavatum* (Poli

1795), *Flexopecten flexuosus* (Poli 1795), *Perapecten commutatus*, and *Pallium incomparabile*, but only the first three of them are commercially important. Usually, during the 6 months in which collectors remain suspended, all pectinid species spawn and their spat settle on filamentous collectors. In October the seven species of pectinid, among other species of bivalves and gastropods, are present on the collectors.

In our country the systematic commercial culture of scallops is non-existent, although it could be developed in certain marine regions due to particularly suitable environmental conditions. More over, their fishery is occasional.

## **ADVISORY COMMITTEE**

Theodorou I., Lecturer, Department of Fisheries and Aquaculture, T.E.I. of EPIRUS.

Dr. Aggelidis P., Reader of Veterinary School of Medicine, Aristotelian University of Thessalonica.

Perdikaris K., Ichthyologist, Department of Fisheries and Aquaculture, T.E.I. of EPIRUS.

## Πρόλογος - Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ – ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ του Τμήματος Κτηνιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας σε σύμπραξη με το Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ.

Η ερευνητική εργασία που περιγράφεται πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις της μονάδος οστρακοκαλλιέργειας της εταιρίας *PECTEN O.E.* που βρίσκεται στην περιοχή του Αμβρακικού Κόλπου. Διήρκησε από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο του 2007. Αποτελεί μέρος ερευνητικού προγράμματος της εταιρίας που αφορά την ανάπτυξη μεθόδων εκτροφής νέων ειδών οστράκων. Το κόστος της εργασίας καλύφθηκε από την εν λόγω εταιρία. Τμήμα της εργασίας που αφορούσε τα εργαστηριακά αποτελέσματα έγινε στις εγκαταστάσεις του Πειραματικού Κυπρινοτροφείου – Χελοτροφείου Αρτας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Ευχαριστώ τους διοργανωτές του μεταπτυχιακού προγράμματος κα Αθανασοπούλου Φ. και κο Πάσχο Ι. που μου έδωσαν την ευκαιρία να συμμετάσχω στο συγκεκριμένο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών.

Ευχαριστώ τον κο Θεοδώρου Ι. για την βοήθεια στην επίβλεψη και σύνταξη της εργασίας.

Ευχαριστώ τους κ. Αγγελίδη Π. και Περδικάρη Κ. ως μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής για τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις τους στο κείμενο και την σύνταξη της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ τον έκτακτο επίκουρο καθηγητή του Τμήματος Ιχθυοκομίας – Αλιείας του Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ Dr Τζοβενή Ι. για την συμβολή του στην στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Ευχαριστώ την εταιρία *PECTEN O.E.* για την δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω το πείραμα καθώς και την κάλυψη των εξόδων.

Επίσης ευχαριστώ την προϊσταμένη του Πειραματικού Κυπρινοτροφείου Αρτας κα Κωστή Ε. καθώς και το προσωπικό του Σταθμού για την πολύτιμη βοήθειά τους.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	2
<b>ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ</b>	5
<b>ABSTRACT</b>	6
<b>ADVISORY COMMITTEE</b>	9
<i>Πρόλογος – ευχαριστίες</i>	10
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	14
<b>1.1. Γενικά</b>	14
<b>1.2. Βιολογία των χτενιών</b>	18
1.2.1. Η ανάπτυξη της πελαγικής φάσης των νυμφών	26
1.2.1.1. Απελευθέρωση γαμετών	30
1.2.1.2. Εμβρυϊκό στάδιο	31
1.2.1.3. Νυμφικό στάδιο ...	32
1.2.1.4. Προσκόλληση – μεταμόρφωση – νεαρά άτομα	34
<b>1.3. Περιβαλλοντικοί παράγοντες</b>	36
1.3.1. Διατροφή	38
1.3.2. Θήρευση	39
1.3.3. Οργανικοί ρύποι και βαρέα μέταλλα	39
1.3.4. Τοξικές “ανθίσεις” του φυτοπλαγκτού	40
1.3.5. Βακτηριακή μόλυνση	40

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	42
2.1. Περιοχή πειράματος	42
2.2. Θερμοκρασία και συλλογή πλαγκτού	48
2.3. Συλλέκτες ένδειξης	50
2.4. Συλλέκτες μεγάλης διάρκειας	54
2.5. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων	56

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	58
3.1. Νύμφες	58
3.2. Συλλέκτες ένδειξης	59
3.3. Σχέση νυμφών και γόνου	63
3.4. Συλλέκτες μεγάλης διάρκειας	64
3.5. Σχέση συλλεκτών ένδειξης και μεγάλης διάρκειας	64
3.6. Διαλογή μεγεθών	65

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	69
4.1. Νύμφες	69
4.2. Συλλέκτες ένδειξης	71
4.3. Συλλέκτες μεγάλης διάρκειας	73
4.4. Συμπεράσματα	74
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ</b>	76
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	100



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### 1.1. Γενικά

Τα χτένια συγκαταλέγονται στα εδώδιμα οστρακοειδή με υψηλή εμπορική αξία. Εξαιτίας της σημαντικής ζήτησης, η αλιεία αλλά και η εκτροφή τους παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον.

Πολλές περιοχές εμπορικής αλιείας οστράκων στα ευρωπαϊκά ύδατα προστατεύονται πλέον από την υπερβολική εκμετάλλευση μέσω της νομοθεσίας που ρυθμίζει τον τύπο των αλιευτικών εργαλείων, την ποσότητα των αλιεύσεων, το ελάχιστου μήκος των αλιευμένων οστράκων και τη διάρκεια της εποχής αλιείας. Όλα αυτά τα προληπτικά μέτρα έχουν ως σκοπό να αποτρέψουν την περαιτέρω εξάντληση των υπαρχόντων φυσικών αποθεμάτων και να επιτρέψουν στο χρόνο να πραγματοποιήσει τη φυσική αποκατάστασή τους.

Οι αλιεύσεις χτενιών παγκόσμια, σε σημαντικά αλιευτικά πεδία, παρουσιάζουν ευρείες χρονικές διακυμάνσεις που είναι συνήθως σχετικές με τις ασταθείς αναπαραγωγικές περιόδους και την υπερβολική εκμετάλλευση (Orensanz *et, al.*, 1991). Σε μια προσπάθεια να σταθεροποιηθούν οι παραγωγές, η δυνατότητα της εκτροφής οστράκων έχει εξεταστεί στην Ευρώπη (Thouzeau, 1991) και στην Αμερική (Naidu *et, al.*, 1981; Ruzzante & Zaixso 1985).

Αντιμέτωποι με παρόμοιες περιοριστικές πρακτικές, οι αλιείς οστράκων στην Ιαπωνία υιοθέτησαν έναν πιο δυναμικό ρόλο με στόχο τη διατήρηση του

πληθυσμού και εφάρμοσαν μέτρα για να επεκτείνουν τα αποθέματα με εμπλουτισμό γόνου χτενιών. Η ανάπτυξη των μεθόδων για τη μαζική παραγωγή γόνου επιλεγμένων ειδών σε ύδατα κατάλληλα για αναπαραγωγή και την μετέπειτα απελευθέρωση αυτών των νεαρών οστράκων, έχει οδηγήσει σε εντυπωσιακά αυξανόμενες παραγωγές της αλιείας. Αξιοσημείωτη είναι η επιτυχής επέκταση της ιαπωνικής εκτροφής οστράκων, με ετήσιες παραγωγές από περίπου 9.000 τ κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960 σε περισσότερο από 500.000 τ το 1995. Η επιτυχία αυτής της προσέγγισης στη διαχείριση της αλιείας οστράκων και την αύξηση των διαθέσιμων αποθεμάτων, ενθάρρυνε πολλές ευρωπαϊκές χώρες να πραγματοποιήσουν παρόμοια ερευνητικά προγράμματα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 με σκοπό τη μίμηση αυτής της επιτυχίας (Slater, 2006).

Η τεχνική αυτή της διαχείρισης των αποθεμάτων, βασισμένη στην ιαπωνική μέθοδο, συνιστάται στη διευκόλυνση του γόνου να εγκατασταθεί σε σάκους συλλέκτες, και την ανάπτυξή του σε εμπορικό μέγεθος σε κλουβιά στη θάλασσα, ή στη χρήση του για εμπλουτισμό των φυσικών αποθεμάτων (Brand *et al.*, 1980; Ventilla, 1982). Η επιτυχία αυτών των μεθόδων, επομένως, εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από τη συλλογή του γόνου στους σάκους συλλέκτες (Harvey *et al.*, 1993).

Ο σκοπός των συλλεκτών γόνου οστράκων είναι η προσφορά κατάλληλου υποστρώματος για την επικάθιση των πλαγκτονικών νυμφών και στη συνέχεια η αποτροπή της διαφυγής του προσκολλημένου γόνου (Brand *et al.*, 1980). Από το 1970 περίπου, οι συλλέκτες έχουν γενικά κατασκευαστεί από χρησιμοποιημένα δίχτυα αλιείας που τοποθετούνται μέσα σε ένα σάκο κρεμμυδιών (Brand *et al.*, 1980).

Δοκιμές στη Σκωτία, στις οποίες οι συλλέκτες γόνου εγκαταστάθηκαν σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 4-6 εβδομάδων, έδειξαν την ύπαρξη μιας βέλτιστης ημερομηνίας για τη μέγιστη συλλογή γόνου. Οι χρονικές παραλλαγές στην ημερομηνία της μέγιστης συλλογής γόνου, σε προσπάθειες συλλογής πάνω από πέντε έτη, κυμαίνονται από τα τέλη Ιουνίου μέχρι τις αρχές Αυγούστου (Ventilla 1977; Slater, 1978, 1979, 1980).

Ουσιαστική βελτίωση στη δυνατότητα συλλογής, θα μπορούσε να επιτευχθεί από την καλύτερη γνώση της συμπεριφοράς επικάθισης των προνυμφών σε φυσικά υποστρώματα, και την ενσωμάτωση αυτής της γνώσης στο σχέδιο των συλλεκτών με τη συλλογή δεδομένων έπειτα από μελέτη των περιοχών. Σημαντικές έρευνες στον τομέα της συμπεριφοράς των προνυμφών στην επικάθιση πραγματοποιήθηκαν στο Baie des Chaleurs (Κεμπέκ, Καναδάς), κατά τα έτη 1990 και 1991 (Harvey, 1993).

Τα αποτελέσματα πειραματικής συλλογής γόνου χτενιών που πραγματοποιήθηκαν σε Ευρωπαϊκές και Αμερικάνικες περιοχές παρουσίας οστράκων έδειξαν υψηλή μεταβλητότητα στην παρουσία και συλλογή γόνου χτενιών στους συλλέκτες. Πρόσφατες δοκιμές συλλογής γόνου στη Γαλλία, στην Ισπανία, στη Σκωτία, στο Isle of Man και στην Αγγλία παρουσίασαν σημαντικές ετήσιες διακυμάνσεις στον αριθμό ατόμων γόνου ανά συλλέκτη και γενικά απογοητευτικές παραγωγές έναντι των αποτελεσμάτων στην Ιαπωνία (Buestel *et al.*, 1976; Pickett, 1977; Ventilla, 1977a; Mason & Drinkwaater, 1978; Brand *et al.*, 1980; Roman *et al.*, 1985). Σε όλες τις περιπτώσεις η επιτυχία των συλλογών ήταν πολύ κατώτερη αυτής του *Patinopecten yessoensis* (Jay 1857) στην Ιαπωνία.

Οι περισσότερες προσπάθειες συλλογής γόνου χτενιών που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 30 ετών επικεντρώθηκαν στην καταγραφή των κατάλληλων περιοχών για τη συλλογή του γόνου και στον καθορισμό του βέλτιστου χρόνου τοποθέτησης των συλλεκτών στη θάλασσα (Brand *et al.* 1980; Roman *et al.*, 1996; Pena *et al.*, 1995, 1996).

Οι πιο πρόσφατες έρευνες έχουν παρουσιάσει τα αποτελέσματα της τροποποίησης του δομικού συστατικού των σάκων επάνω στη συλλογή. Αυτά τα συστατικά περιλαμβάνουν τη διαφορετικότητα του υλικού πλήρωσης που περιέχεται στους σάκους, το μέγεθος, τη μορφή και το άνοιγμα του εξωτερικού πλέγματος του σάκου (Wallace, 1982; Ambrose *et al.*, 1992; Pouliot *et al.*, 1995; Pearce & Bourget, 1996).

Προσπάθειες έχουν γίνει ώστε να αυξηθεί η παραγωγικότητα των συλλεκτών με την τροποποίηση: (1) του μεγέθους και της μορφής, (2) του υλικού που προσφέρεται στις νύμφες για προσκόλληση (κοχύλια οστράκων, σχοινιά πολυαιθυλενίου και δίχτυ) και (3) του εξωτερικού μεγέθους του πλέγματος του σάκου.

Περαιτέρω, έχει καταδειχθεί ότι ο συνδυασμός των διάφορων συστατικών, σε συνάρτηση με άλλους παράγοντες π.χ., ροή του νερού, κυματισμός, στρωματοποίηση θερμοκρασίας νερού και νυμφική αφθονία, καθορίζουν το γενικό σχέδιο της συλλογής γόνου (Pouliot *et al.*, 1995; Chauvaud *et al.*, 1996).

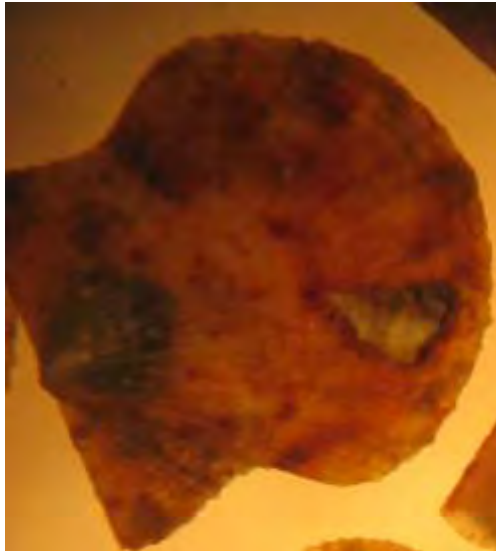
Έχουν υπάρξει λιγότερες έρευνες ελέγχου της διαδικασίας επικάθισης και προεπικάθισης και αξιολόγησης της σημασίας άλλων μη ανταγωνιστικών ειδών που συλλέγονται τυχαία (Thouzeau, 1991; Pouliot *et al.*, 1995; Harvey

*et al.*, 1995; Miron *et al.*, 1995; Chauvaud *et al.*, 1996). Η περαιτέρω κατανόηση αυτών θα έχει σημαντικές επιπτώσεις στο σχέδιο των συλλεκτών και αναμένεται να αυξήσει την αποδοτικότητα συλλογής και διατήρησης των ειδών στόχων (Cashmore *et al.*, 1997).

## **1.2. Βιολογία των χτενιών**

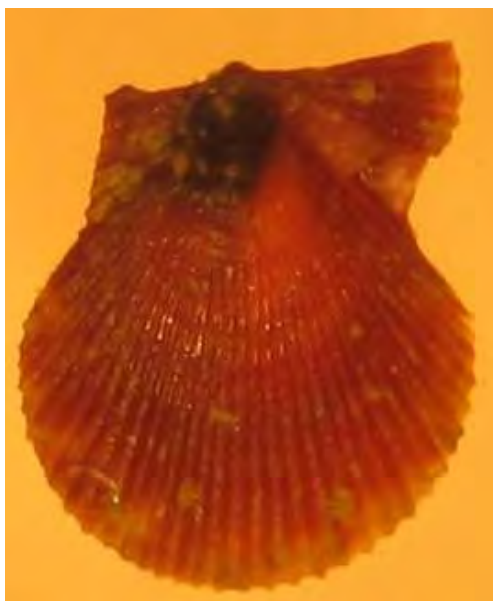
Τα χτένια είναι ασπόνδυλα ζώα που ανήκουν στο φύλλο Mollusca, την τάξη *Bivalvia* και την οικογένεια *Pectinidae*, και βρίσκονται σε όλες τις περιοχές του κόσμου. Παγκοσμίως περίπου 40 είδη οστράκων που ανήκουν στα γένη *Chlamys* sp., *Mimachlamys* sp., *Aequipecten* sp., *Palliolium* sp., *Decatopecten* sp. και *Pecten* sp. είναι εμπορικά ή ενδεχομένως εμπορικά αξιοποιήσιμα για ανθρώπινη κατανάλωση (Waller, 1991; Minchin, 2003).

Ζουν σε παράκτιες περιοχές από τα ρηχά νερά έως και τα 100m βάθος και συνήθως βρίσκονται σε βυθούς με άμμο, χαλίκια ή πέτρες, μερικές φορές στη λάσπη (Tebble, 1966; Brand, 1991 και αναφορές σε αυτούς). Η τροφή τους αποτελείται από φυτοπλαγκτόν, αιωρούμενα σωματίδια, βακτήρια και άλλα οργανικά υλικά, τα οποία τα χτένια φιλτράρουν από το νερό (Bricelj & Shumway, 1991; Beninger & Decottignies, 2004).



**Εικόνα 1.** Νεαρό άτομα του είδους *Flexorpecten glaber*. Φωτογραφία από μικροσκόπιο, μεγέθυνση x 10. (φωτο: Δ. Τσότσιος).

Τα είδη *glaber* μεγαλώνουν σε ένα μέγεθος 5-6 cm, ενώ ζουν έως 2 χρόνια. Ανήκουν στο γένος των *Decatorpecten* και φέρουν στις θυρίδες τους δέκα επίπεδες και μεγάλες ραβδώσεις. Τα δύο αυτιά είναι συμμετρικά. Είναι ερμαφρόδιτα και οι γονάδες τους χωρίζονται σε δύο τμήματα τα οποία περιέχουν τα ωάρια και το σπέρμα (Dakin, 1909; Tang, 1941; Mason, 1958).

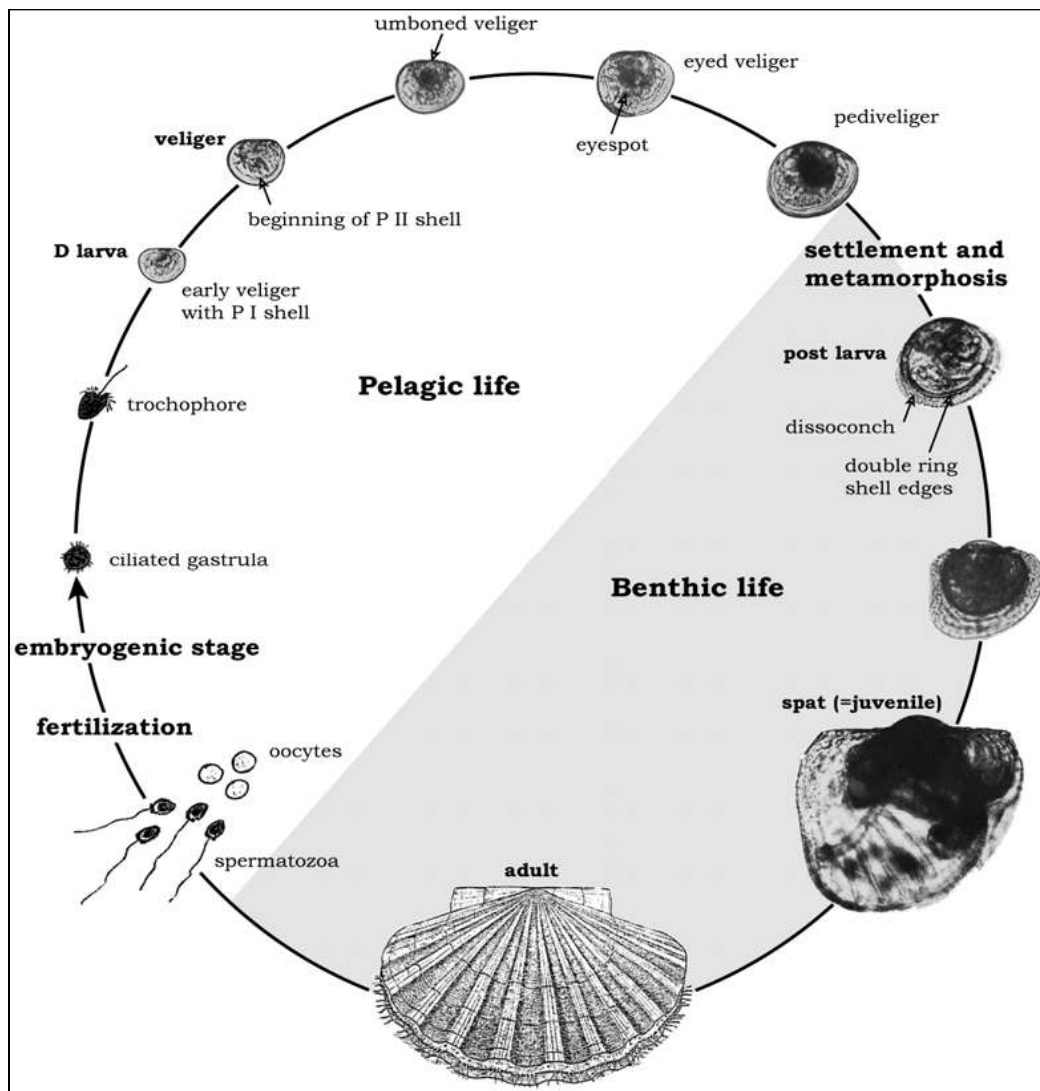


**Εικόνα 2.** Νεαρό άτομα του είδους *Chlamys varia*. Φωτογραφία από μικροσκόπιο, μεγέθυνση x 10. (φωτο: Δ. Τσότσιος).

Τα είδη *varia* μεγαλώνουν σε ένα μέγεθος 4-6 cm και ζουν έως 4 χρόνια. Συναντώνται συνήθως προσκολλημένα με το βύσσο σε κάποιο υπόστρωμα. Το χρώμα τους ποικίλει από λευκό, ροζ, πορτοκαλί, κίτρινο, πορφυρό με όλες τις ενδιάμεσες αποχρώσεις. Και οι δύο θυρίδες τους είναι κυρτές με ωοειδές σχήμα, ενώ σχηματίζονται 25-35 έντονες ραβδώσεις σε κάθε θυρίδα. Το πρόσθιο αυτί είναι 2-3 φορές μεγαλύτερο από το οπίσθιο, Ωριμάζει γεννητικά ως αρσενικό αλλά μπορεί να αλλάξει φύλο αρκετές φορές στη διάρκεια της ζωής του (Oakley, 2007).

Στα χτένια, το σπέρμα και τα ωάρια ελευθερώνονται με μια μικρή καθυστέρηση στο νερό όπου και πραγματοποιείται η γονιμοποίηση. Ο ετήσιος αναπαραγωγικός κύκλος καθορίζεται τόσο από περιβαλλοντικούς όσο και από γενετικούς παράγοντες και η περίοδος ωοτοκίας βρίσκεται συνήθως μεταξύ Απριλίου και Οκτωβρίου, εξαρτάται όμως και από την περιοχή (Tang, 1941; Mason, 1958; Wilson, 1987a; Paulet *et al.*, 1988; Strand & Nylund, 1991; Pazos *et al.*, 1997; Duinker, 2002).

Τα γονιμοποιημένα ωάρια αναπτύσσονται διαδοχικά σε τροχοφόρες νύμφες (trochophore larvae), σε ημικυκλικές νύμφες (D-shaped larvae), σε πεπλοφόρες νύμφες (veliger) και πεδοπεπλοφόρες νύμφες (pediveliger) (Le Pennec *et al.*, 2003, Εικόνα 1).



**Εικόνα 3.** Ο κύκλος ζωής του *Pecten maximus*, από Le Pennec *et al.*, 2003.

Το βλεφαριδοφόρο πέπλο χρησιμοποιείται τόσο για την σύλληψη της τροφής όσο και για κίνηση, όπως και το πόδι κατά την διάρκεια του σταδίου της πεδοπεπλοφόρου (Cragg & Crisp, 1991; Reid *et al.*, 1992). Η νυμφική φάση είναι πλαγκτονική και όπως για όλα τα είδη οστράκων του βυθού, η διάρκεια της πελαγικής ζωής και τα ρεύματα καθορίζουν το επίπεδο διασποράς στο χώρο (Thorson, 1961; Thouzeau, 1991). Σε μήκος 150-250 μm οι πεδοπεπλοφόρες νύμφες είναι έτοιμες να προσκολληθούν σε κάποιο υπόστρωμα και να ξεκινήσει η μεταμόρφωση (Gerard *et al.*, 1989).



Βιολογικοί, χημικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν την επικάθιση και μεταμόρφωση (Le Pennec *et al.*, 2003), και τα χτένια είναι ικανά να προσκολληθούν σε μια ποικιλία υποστρωμάτων (Minchin, 1992; Chauvaud *et al.*, 1996). Το βύσσο εκκρίνεται από έναν αδένα στο πόδι και οι πεδοπεπλοφόρες νύμφες μπορούν να διαλέξουν μεταξύ του να πέσουν στον πυθμένα ή να προσκολληθούν σε κατάλληλο υπόστρωμα (Cragg & Crisp, 1991). Κατά τη διάρκεια της μεταμόρφωσης η ημικυκλική μορφή χάνεται βαθμιαία και οι βλεφαρίδες εκφυλίζονται με την ανάπτυξη των βραγχίων (Gruffydd & Beaumont, 1972; Gerard *et al.*, 1989).

Ο τρόπος διατροφής αλλάζει κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων ζωής (Reid *et al.*, 1992; Kean-Howie *et al.*, 1995). Από 1 έως 4 mm μήκος οστράκου οι πεδοπεπλοφόρες νύμφες ή ο γόνος αναπτύσσονται σε μια μικρογραφία ενήλικου οστράκου με λειτουργική δομή βραγχίων (Beninger *et al.*, 1994). Το άτομο σταματά να παράγει βύσσο σε μέγεθος περίπου 15 mm, αποσυνδέεται, και συνεχίζει μια ελεύθερη ζωή στο βυθό (Minchin, 1992), ή μπορεί να συνεχίσει να εκκρίνει βύσσο και να ζει προσκολλημένο σε υποστρώματα.

Τα όστρακα εμφανίζονται στις περισσότερες θάλασσες του κόσμου και κατοικούν από τις πολικές μέχρι τις τροπικές περιοχές (Brand, 1991; Waller, 1991; Pena, 2001). Πώς το περιβάλλον επιδρά στα διάφορα είδη οστράκων εξαρτάται από τα κλιματολογικά, ωκεανογραφικά και οικολογικά χαρακτηριστικά του φυσικού βιότοπου (Lodeiros *et al.*, 2001; Minchin, 2003).

Διαφορές στην αλατότητα και τη θερμοκρασία έχουν επιπτώσεις στην αύξηση, την επιβίωση και τη διαβίωση των θαλασσίων ειδών γενικά (Kinne, 1964). Τα χτένια προσαρμόζονται λιγότερο στις ακραίες αλλαγές του

περιβάλλοντος έναντι άλλων δίθυρων μαλακίων όπως τα στρείδια και μύδια, τα οποία ζουν στους παράκτιους βιότοπους που εκτίθενται στις αλλαγές λόγω της παλίρροιας. Οι βιολογικές και φυσικές διαδικασίες στα παράκτια ύδατα συνδέονται στενά και οι βενθικοί διηθητικοί οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων των ελεύθερων και εκτρεφόμενων δίθυρων, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτά τα οικοσυστήματα (Bayne, 1998; Riisgård & Larsen, 2000).

Η παρουσία ατόμων σε διάφορες περιοχές εξαρτάται από την επιτυχή ανάπτυξη και την επιβίωση κατά τη διάρκεια των διαφορετικών σταδίων ζωής σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα τροφής είναι μεταξύ των παραγόντων που έχουν επιπτώσεις στη διάρκεια του νυμφικού σταδίου, της αρχής της μεταμόρφωσης, της επικάλυψης και της γεωγραφικής κατανομής των χτενιών (Brand, 1991; Thouzeau, 1991; Le Pennec *et al.*, 2003). Τα χαρακτηριστικά των οστράκων αναπτύσσονται σύμφωνα με το βιότοπο, και στα διαφορετικά είδη οστράκων η μορφολογία απεικονίζει την οικολογική θέση που καταλαμβάνουν.

Τα οικομορφολογικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα έχουν εξελιχθεί λόγω των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος νερού, του υποστρώματος, του τύπου των ανταγωνιστικών και των θηρευτών (Minchin, 2003). Το σχήμα των θυρίδων, το μέγεθος και η θέση των μυών, καθορίζουν τη δυνατότητα κολύμβησης. Το πάχος του κελύφους του οστράκου και η δύναμη έχουν εξελιχθεί ως απάντηση στις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία και η αλατότητα ή την αποφυγή των θηρευτών (Vermeij, 1993; Reimer & Harms-Ringdahl, 2001). Τα ενήλικα χτένια είναι στατικά αλλά έχουν την ικανότητα να κολυμπούν χτυπώντας τις θυρίδες και να διαφύγουν εάν

απειλούνται από θηρευτές ή η ποιότητα του περιβάλλοντος επιδεινώνεται. Το δυσμενές περιβάλλον μπορεί να γίνει αργά αντιληπτό, να προκαλέσει πιο αργή διαφυγή και έτσι έμμεσα να έχει επιπτώσεις στην επιβίωση (Dickie, 1958; Lafrance *et al.*, 2003).

Τα δίθυρα μαλάκια είναι ποικιλόθερμοι οργανισμοί καθώς η θερμοκρασία του σώματός τους ακολουθεί αυτή του περιβάλλοντος (Holmes, 1979). Ο μεταβολισμός γενικά ποικίλλει με τη θερμοκρασία και οι φυσιολογικές διαδικασίες επιταχύνονται συνεπεία της αυξανόμενης θερμοκρασίας (Schmidt-Nielsen, 1990). Η αλληλεξάρτηση μεταξύ της θερμοκρασίας και του μεταβολισμού, η ανάπτυξη και η συμπεριφορά των ποικιλόθερων ζώων είναι, εντούτοις, σύνθετες και έχουν επιπτώσεις στις φυσιολογικές διαδικασίες σε πολλά επίπεδα (Wieser, 1973). Τα θαλάσσια δίθυρα αποκρίνονται στην ποιότητα του περιβάλλοντος νερού της θάλασσας, και οι σημαντικές διαδικασίες σχετικές με τη διατροφή, την πέψη, την αναπνοή, την κυκλοφορία, την έκκριση και την οσμωρύθμιση επηρεάζονται από το περιβάλλον (Bayne, 1976; Gosling, 2003). Η επιπλέον ενέργεια που απαιτείται για τις διαδικασίες αυτές εξαρτάται από το διαθέσιμο οξυγόνο και το μέγεθος του σώματος και έχει επιπτώσεις στην κατανάλωση οξυγόνου (Gosling, 2003) και ιδιαίτερα στα χτένια (Bricelj & Shumway, 1991; Thompson & MacDonald, 1991; Strickland & Dabinett, 1993; Lu *et al.*, 1999a; Frenette *et al.*, 2002).

Τα χτένια αποδεικνύεται ότι είναι ευαίσθητα σε μικρές αλλαγές της θερμοκρασίας (Dickie & Medcof, 1963; Strand *et al.*, 1993; Chauvaud *et al.*, 1998), αλλά τα όρια ανοχής ποικίλλουν ανάλογα το είδος και τη γεωγραφικό πλάτος (Brand, 1991). Η ικανότητα και ο ρυθμός αντίδρασης στην προσαρμογή σε ένα διαφορετικό περιβάλλον επηρεάζονται από το

περιβάλλον διαβίωσης των οργανισμών, το γενετικό υπόβαθρο, την φυσιολογική του κατάσταση, το μεταβολισμό, την ηλικία και το μέγεθος (Kinne, 1963; Schmidt-Nielsen, 1990).

Ο ρυθμός εγκλιματισμού τείνει να ακολουθήσει το ρυθμό μεταβολισμού, με συνέπεια να απαιτείται περισσότερος χρόνος για προσαρμογή σε μια μείωση στη θερμοκρασία παρά σε μια αύξηση (Castagna & Chanley, 1973; Paul, 1980a; O'Connor & Heasman, 1998; Rupp & Parsons, 2004).

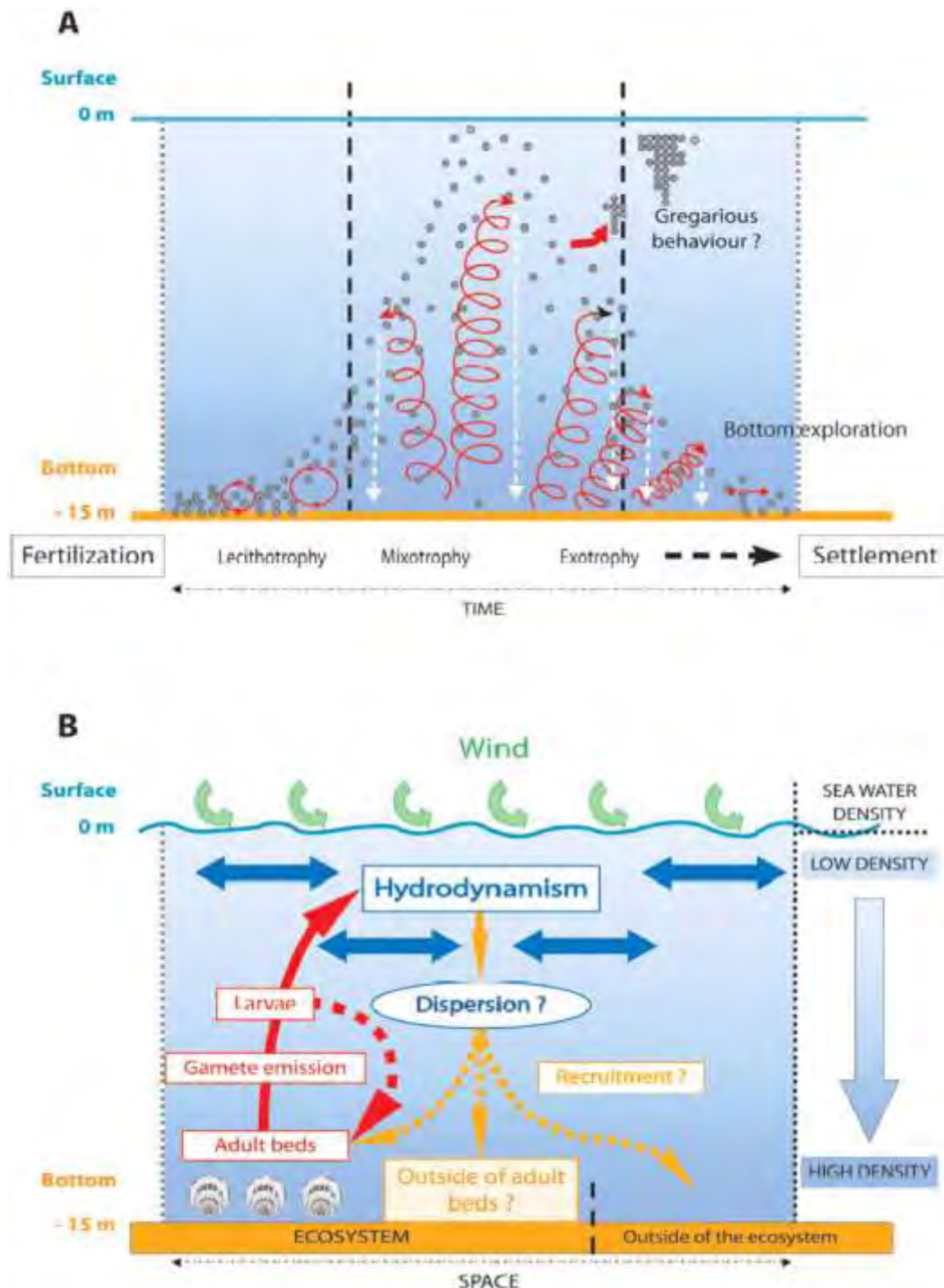
Η διατροφή και η πέψη, από την άποψη της διήθησης και της πεπτικής ενζυμικής δραστηριότητας, είναι διαδικασίες εξαρτώμενες από τη θερμοκρασία (Bayne, 1976). Η διαθεσιμότητα τροφής στη φύση συσχετίζεται με τις αυξήσεις της συγκέντρωσης του φυτοπλαγκτού οι οποίες ποικίλλουν με την εποχή. Επιπλέον, η ταχύτητα του νερού και τα ρεύματα είναι σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν το περιβάλλον αύξησης και έχουν επιπτώσεις στη διατροφική συμπεριφορά (Wildish & Kristmanson, 1997). Οι διηθητές οργανισμοί συλλαμβάνουν τα αιωρούμενα μόρια τροφής από το νερό μέσω των βραγχίων και τα μεταφέρουν στο στόμα με τη βοήθεια βλεφαρίδων (Bayne *et al.*, 1976; Barker Jørgensen, 1990; Beninger & Le Pennec, 1991). Η ποιότητα τροφής, η συγκέντρωση, το μέγεθος μορίων και η παρουσία τοξικών φυκών ρυθμίζουν το ρυθμό διατροφής των χτενιών (Vahl, 1972; 1973; Winter, 1978; Riisgård, 1988; Bricelj & Shumway, 1991; Cranford, 1995; Bacon *et al.*, 1998; MacDonald *et al.*, 1998). Οι ερμηνείες για το πώς ο μηχανισμός διατροφής των δίθυρων λειτουργεί και προσαρμόζεται στο περιβάλλον είναι ως ένα ορισμένο βαθμό αμφισβητούμενες. Έρευνες σχετικά με τη διαδικασία διατροφής και πέψης προσφέρουν νέα δεδομένα (Jørgensen, 1996; Levinton *et al.*, 1996; Bayne, 1998; Hawkins *et al.*, 1998; Brillant & MacDonald, 2000;

Riisgård & Larsen, 2000; Dufour & Beninger, 2001; Hawkins *et al.*, 2001; Bril-  
lant & MacDonald, 2002; 2003; Ward *et al.*, 2003; Milke & Ward, 2003; Be-  
ninger *et al.*, 2004).

### **1.2.1. Η ανάπτυξη της πελαγικής φάσης των νυμφών**

Αν και τα θαλάσσια δίθυρα μαλάκια περνούν από μια πλαγκτονική νυμφική φάση, η γνώση αυτής της φάσης είναι συχνά ελλιπής λόγω της δυσκολίας στον προσδιορισμό και τον έλεγχο της δραστηριότητας αυτών των μικροσκοπικών οργανισμών μέσα στη μάζα του νερού. Μερικά δίθυρα έχουν μελετηθεί περισσότερο από άλλα, συχνά λόγω της οικονομικής αξίας τους. Αυτά τα είδη μπορούν να χρησιμεύσουν ως ένα πρότυπο για τη βελτίωση της κατανόησής των χαρακτηριστικών της ανάπτυξης των νυμφικών σταδίων, ειδικότερα με την αξιολόγηση του αντίκτυπου που έχουν στην παρουσία νεαρών ατόμων. Οι ερευνητικές προσπάθειες στοχεύουν στη σύνοψη της γνώσης σχετικά με την πελαγική ζωή του *Pecten maximus* που αποκτιέται από την έρευνα στη Γαλλία κατά τη διάρκεια των τελευταίων 25 ετών. Η σύγκριση αυτών των αποτελεσμάτων με εκείνα που λαμβάνονται αλλού για άλλα είδη χτενιών, δείχνει ορισμένα χαρακτηριστικά να είναι αρκετά κοινά για όλα τα παράκτια ενδημικά χτένια. Ανεξάρτητα από τα είδη, η πελαγική ζωή των χτενιών αρχίζει με την απελευθέρωση των γαμετών, που ακολουθείται από τα εμβρυϊκά και νυμφικά στάδια μέχρι τη μεταμόρφωση και τη παρουσία νεαρών ατόμων στη βενθική κοινότητα. Μετά από την εκτίμηση των κύριων χαρακτηριστικών των πελαγικών σταδίων και της ευαισθησίας τους σε

ορισμένους περιβαλλοντικούς παράγοντες, μπορεί να παρουσιαστεί μια γραφική σύνθεση η οποία δείχνει την μεταναστευτική συμπεριφορά τους και τις πιθανές επιπτώσεις στην παρουσία νεαρών ατόμων (Εικόνα 2).



**Εικόνα 4.** (Α) Ανάπτυξη της κολυμβητικής συμπεριφοράς των νυμφών χτενιών κατά τη διάρκεια της πελαγικής φάσης και (Β) επίδραση της

υδροδυναμικής στην διασπορά και εγκατάσταση του γόνου, από Le Pennec *et al.*, 2003.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 ετών, έχουν γίνει μελέτες ώστε να αναπτυχθεί η εκτροφή των πολύτιμων εμπορικά οστράκων. Από τη δεκαετία του 1970, βελτιώσεις στις πειραματικές τεχνικές εκτροφής για τα δίθυρα, που αναπτύχθηκαν αρχικά από τους Loosanoff & Davis (1963), έχουν επιτρέψει την επιτυχή αναπαραγωγή περίπου 20 ειδών δίθυρων στα εμπορικά εκκολαπτήρια, που περιλαμβάνουν περίπου 10 είδη χτενιών (Le Pennec, 1997).

Η ανάγκη για αρκετή ποσότητα γόνου χτενιού ώστε να στηριχθούν τα αποθέματα που μειώνονται από την εντατική αλιεία ή για να δημιουργηθούν νέες περιοχές αλιείας, έχει οδηγήσει τόσο στη συλλογή γόνου από τη φύση όσο και στην παραγωγή του στα εκκολαπτήρια σε διάφορες χώρες (Le Pennec, 1974; Buestel *et al.*, 1982). Στην Ισπανία, στη Γαλλία, στη Μεγάλη Βρετανία και στην Ιρλανδία, το είδος του χτενιού *P. maximus* είναι σημαντικής οικονομικής σπουδαιότητας, και συνεπώς η έρευνα προσανατολίζεται σε αυτά περισσότερο απ' ό,τι σε άλλα χτένια όπως τα είδη *Aequipecten opercularis* και *Mimachlamys varia* (Reeve 1852). Ως αποτέλεσμα της πειραματικής εκτροφής, η μορφογένεση των νυμφών *P. maximus* καθώς επίσης και οι περιβαλλοντικές συνθήκες που απαιτούνται για την ανάπτυξή τους έχουν περιγραφεί επαρκώς (Comely, 1972; Gruffydd & Beaumont, 1970; 1972; Le Pennec, 1974; Le Pennec & Rangel-Davalos, 1985; Cragg, 1980; Beaumont & Budd, 1983; Beaumont *et al.*, 1987; Salaün, 1994).

Η οικογένεια των *Pectinidae* έχει παρουσία σε όλες τις θάλασσες του κόσμου. Λόγω της άριστης ποιότητας της σάρκας τους και της μεγάλης βιομάζας, μερικά είδη παρέχουν έναν σημαντικό οικονομικό πόρο, όπως για παράδειγμα στην Ιαπωνία (Ito, 1991), στον Καναδά (Naidu, 1991) και στη Χιλή (Avendaño, 1993). Εντούτοις, για οποιαδήποτε από αυτά τα είδη, η εκμετάλλευση των φυσικών αποθεμάτων εμφανίζει προβλήματα λόγω των ετήσιων διαφοροποιήσεων στην βιομάζα. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλά παραδείγματα τέτοιων διαφοροποιήσεων και των δραματικών κάποιες φορές συνεπειών για την αλιεία, π.χ. *P. maximus* (Ansell *et al.*, 1991; Paulet *et al.*, 1997), *Placopecten magellanicus* (Gmelin 1791) (Dickie, 1955; Caddy, 1979; Naidu, 1991), *Argopecten gibbus* (Lamarck 1819) (Moyer & Blake, 1986), *Pecten novaezelandiae* (Reeve 1853) (Bull, 1991), *Pecten vogdesi* (Arnold 1906) και *Nodipecten subnodosus* (Linnaeus 1758) (Stoz and Mendo, 2001), *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) (Avendaño, 1993; Stoz & Mendo, 2001), και *M. varia* (Conan & Shafee, 1978).

Από το 1985 ως το 1998, ένα γαλλικό επιστημονικό πρόγραμμα (PNDR: National Program for Determinism and Recruitment) πραγματοποιήθηκε ώστε να παρέχει μια επιστημονική βάση δεδομένων για την καλύτερη κατανόηση των διακυμάνσεων της αφθονίας σε επιλεγμένα θαλάσσια είδη, συμπεριλαμβανομένων και των χτενιών.

Οι πληροφορίες που αφορούν την ανάπτυξη των προνυμφών των χτενιών χωρίζονται και ταξινομούνται σύμφωνα με τέσσερα σημαντικά γεγονότα που αντιπροσωπεύουν τους διαδοχικούς μορφολογικούς και φυσιολογικούς μετασχηματισμούς: απελευθέρωση γαμετών, ωοτοκία, εκκόλαψη και μεταμόρφωση (Εικόνα 1).



#### **1.2.1.1. Απελευθέρωση γαμετών**

Αν και η επίδραση άλλων παραγόντων δεν μπορεί να αποκλεισθεί, ο κύριος παράγοντας που προκαλεί την απελευθέρωση γαμετών είναι η θερμοκρασία της θάλασσας (Thorson, 1950).

Η γονιμότητα εκφράζεται ως ο αριθμός των ωοκυττάρων που απελευθερώνονται από ένα ενήλικο άτομο κατά τη διάρκεια της ωοτοκίας. Γενικά, η απελευθέρωση γαμετών διαρκεί 1 h για τα σπερματοζωάρια και 30 min για τα ωοκύτταρα. Ένα άτομο είναι σε θέση να ωοτοκήξει ξανά μέσα σε 1 εβδομάδα. Για ένα άτομο *P. maximus* ηλικίας 3 ετών οι διαθέσιμες εκτιμήσεις κυμαίνονται στη Γαλλία, από  $15 \times 10^6$  ωοκύτταρα στον κόλπο του St. Brieuc, ως  $21 \times 10^6$  στον κόλπο του Brest (μέσος όρος για 6 έτη παρατήρησης). Η απελευθέρωση γαμετών ενός ατόμου 3-4 ετών του είδους *P. magellanicus* έχει υπολογιστεί σε  $10 \times 10^6$  και  $20 \times 10^6$ , ωοκύτταρα αντίστοιχα (Langthon *et al.*, 1987). Σύμφωνα με τους Barber *et al.*, (1988), η γονιμότητα μειώνεται με το βάθος, και κυμαίνεται από  $3,1-6,6 \times 10^7$  ωοκύτταρα στα ρηχά έως  $1,4-2,4 \times 10^7$  σε μια περιοχή με μεγάλο βάθος. Διαφορές στην απελευθέρωση των γαμετών σχετίζονται με τις εποχιακές διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα τροφής στα ακόλουθα είδη: *Mizuhopecten yessoensis* (Jay 1857) (Maru, 1976), *P. magellanicus* (Thompson, 1977), *M. varia* (Burnell, 1983) και *P. maximus* (Lubet *et al.*, 1987; Paulet *et al.*, 1997). Σχέσεις μεταξύ της τροφής, της

θερμοκρασίας και της γαμετογένεσης έχουν επισημανθεί επίσης στα είδη: *Argopecten irradians* (Lamark 1819) (Sastry, 1966), *P. maximus* (Stanley, 1967), *Aequipecten tehuelchus* (d'Orb 1846) (Orensanz, 1986), *A. purpuratus* (Illanes-Bucher, 1987; Wolff, 1988) και *Pecten jacobus* (Mestre, 1992).

#### **1.2.1.2. Εμβρυϊκό στάδιο**

Το εμβρυϊκό στάδιο έπεται της ωοτοκίας και διαρκεί έως ότου διαμορφωθεί η τροχοφόρος νύμφη. (Εικόνα 1). Η παρατήρηση αυτού του σταδίου έχει περιοριστεί στο ελεγχόμενο περιβάλλον του εργαστηρίου. Για το *P. maximus*, απαιτούνται περίπου 24h μετά από την ωοτοκία για να εμφανιστούν οι τροχοφόρες νύμφες σε θερμοκρασίες μεταξύ 16 και 17°C (Comely, 1972), και 48 h για τις ημικυκλικές νύμφες (Le Pennec, 1974; Cragg & Crisp, 1991). Αντίθετα, ο Casse (1995) έλαβε τις πρώτες τροχοφόρες νύμφες σε 30 h στους 19°C. Υπάρχουν τέτοιες διαφοροποιήσεις μεταξύ των ειδών χτενιών. Το *P. magellanicus* αναπτύσσει τις πρώτες τροχοφόρες νύμφες μετά από 4-5 ημέρες σε θερμοκρασίες μεταξύ 10 και 13°C (Desrosiers *et al.*, 1995), και το *M. yessoensis* μετά από 5-7 ημέρες (Yamamoto, 1960). Ανεξάρτητα από το είδος η ανάπτυξη σε αυτό το στάδιο εξαρτάται κυρίως από την θερμοκρασία (Wright *et al.*, 1983, 1984).

Τα λεκιθικά αποθέματα που περιέχονται στο ωάριο αποτελούν αρχικά την μόνη πηγή ενέργειας. Οι Paulet *et al.*, (1988) έδειξαν ότι ο χρόνος που απαιτείται μέχρι να φτάσουν στη μεταμόρφωση οι νύμφες του *P. maximus* είναι μικρότερος στα μεγαλύτερα ωάρια, ενώ οι Krauter *et al.*, (1982) σημείωσαν ότι οι προνύμφες του *A. irradians* που προέρχονταν από τα

μεγαλύτερα ωάρια έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης από αυτές που προέρχονται από μικρά ωάρια. Αυτές οι παρατηρήσεις ισχύουν για πολλά χτένια (Le Pennec *et al.*, 1998).

Το σύντομο διάστημα του πρώτου αυτού σταδίου και η υπάρχουσα πηγή ενέργειάς καθιστούν το λεκιθότροφο έμβρυο σχετικά ανεξάρτητο από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η εμβρυϊκή ζωή εμφανίζεται πολύ περισσότερο να εξαρτάται από τους ενδογενείς παράγοντες απ' ό,τι από τους εξωγενείς, με εξαίρεση τη θερμοκρασία (Cochard & Gérard, 1987).

### **1.2.1.3. Νυμφικό στάδιο**

Το νυμφικό στάδιο περιλαμβάνει τις τροχοφόρες νύμφες, την ημικυκλική νύμφη και την πεπλοφόρο μέχρι το στάδιο της πεδοπεπλοφόρου (Εικόνα 1). Η ύπαρξη του κελύφους διευκολύνει τη μέτρηση της αύξησης των ατόμων.

Στα εμπορικά εκκολαπτήρια το μέσο ποσοστό εκκόλαψης (για 14 έτη συλλογής δεδομένων) στο *P. maximus* ανέρχεται στο 29% (Robert & Gérard, 1999), αν και οι διακυμάνσεις είναι σημαντικές από ένα έτος σε άλλο, ακόμη και για τα αυγά που επωάζονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες (Robert *et al.*, 1994). Στα εκκολαπτήρια, τα αυγά που συνοδεύονται από τα καλύτερα ποσοστά εκκόλαψης είναι εκείνα που παράγονται την ίδια εποχή με την φυσική ωοτοκία (από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούλιο).

Ο ρυθμός αύξησης των νυμφών στο εκκολαπτήριο εξαρτώνται από την ποιότητα του παρεχόμενου μίγματος φυκών. Οι τιμές κυμαίνονται από 2.5 έως 5.3  $\mu\text{m day}^{-1}$ . Οι Cochard & Gérard (1987) θεώρησαν ότι ένα ποσοστό αύξησης 3-3.5  $\mu\text{m d}^{-1}$  ήταν χαμηλό, 3.5-5.5  $\mu\text{m d}^{-1}$  ενδιάμεσο, and 5.5-7.5  $\mu\text{m}$

$d^{-1}$  υψηλό. Ως αποτέλεσμα των διαφοροποιήσεων στο ποσοστό αύξησης, η διάρκεια του νυμφικού σταδίου (μέχρι το στάδιο της πεδοπεπλοφόρου νύμφης) ποικίλλει επίσης. Ο μέσος όρος για τις εκτρεφόμενες στο εκκολαπτήριο νύμφες του *P. maximus* ήταν 25 ημέρες, βασισμένος σε στοιχεία 14 ετών (Robert & Gérard, 1999), έναντι 20-24 ημερών για το *A. purpuratus*, 20-26 ημέρες για το *Argopecten ventricosus* (Sowerby II 1842), 25-27 ημέρες για το *Nodipecten nodosus* (Linnaeus 1758) (Uriarte et al., 2001) and 30-40 ημέρες για το *M. yessoensis* (Yamamoto, 1960).

Στην πραγματικότητα, ως στάδιο της πελαγικής φάσης μπορεί να υπολογιστεί ο χρόνος μεταξύ της απελευθέρωσης των γαμετών και της προσκόλλησης του γόνου στους συλλέκτες. Ο χρόνος ποικίλει μεταξύ 18 και 42 ημερών για το *P. maximus*. Ο Salaün (1994) υπολόγισε ένα ποσοστό αύξησης  $1.4 \mu m d^{-1}$  στη Γαλλία, στον κόλπο του ST Brieuc. Οι Dadswell et al., (1987) κατέγραψαν ρυθμούς αύξησης  $2.5-4 \mu m d^{-1}$  για το *P. magellanicus* στον κόλπο του Fundy (Καναδά), τιμές παρόμοιες με αυτές που προσδιορίστηκαν πειραματικά από τον Culliney (1974).

Οι νύμφες αναπτύσσουν ένα βλεφαριδοφόρο πέπλο που επιτρέπει αρχικά τη μετακίνηση και έπειτα σταδιακά και τη σύλληψη των μορίων της τροφής. Στο εκκολαπτήριο, τα έμβρυα του *P. maximus* γίνονται κινητικά στο στάδιο του γαστριδίου (gastrula) (8-12 h μετά την ωοτοκία), αν και οι κυκλικές μετακινήσεις τους δεν τους επιτρέπουν να κινηθούν μακριά από τη βάση της δεξαμενής (Casse, 1995). Παρ'ότι οι σπειροειδείς μετακινήσεις είναι δυνατές στο στάδιο της τροχοφόρου νύμφης (20-25 h μετά την ωοτοκία, Casse, 1995), μόνο πεπλοφόρες νύμφες (2 ημέρες μετά την ωοτοκία) είναι σε θέση να κολυμπούν μακρύτερα από τις κάθετες κινήσεις που εκτελούν με τη βοήθεια

των βλεφαρίδων τους (Cragg, 1980). Οι ενεργοί περίοδοι κολύμβησης εναλλάσσονται με παθητικές περιόδους κατά τις οποίες βυθίζονται προς το κατώτερο σημείο των δεξαμενών στο οποίο ξεκουράζονται. Τα δεδομένα που αφορούν την νυμφική συμπεριφορά στο φυσικό περιβάλλον είναι περιορισμένα.

Αυτές οι περίοδοι κολύμβησης δεν είναι ακόμη σημαντικές από διατροφικής πλευράς για τις νύμφες, επειδή τα άτομα περιέχουν ακόμα τα ικανοποιητικά ενεργειακά αποθέματα της λέκιθου. Εντούτοις, όπως παρουσιάζεται για το *Mytilus edulis* (Linnaeus 1758) (Lucas *et al.*, 1986), η εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων μπορεί να επιταχύνει την εισαγωγή των νυμφών στο στάδιο της πλαγκτοτρόφου, γύρω στην 6η ημέρα.

#### **1.2.1.4. Προσκόλληση, μεταμόρφωση και παρουσία νεαρών ατόμων**

Το τελικό στάδιο της πελαγικής φάσης χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη μιας μαύρης κηλίδας (eyespot), ενός ποδιού και της εμφάνισης ενός διπλού δαχτυλιδιού (Gérard *et al.*, 1989) στις άκρες των θυρίδων. Το διπλό δαχτυλίδι αντιστοιχεί σε ένα περιφερειακό αυλάκι στο οποίο η μελλοντική πεδοπλεπλοφόρος νύμφη (dissoconch) θα συνδεθεί και θα αναπτυχθεί (Robert & Gérard, 1999). Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα μπορεί καθαρά να φανεί και χρησιμοποιείται στα εκκολαπτήρια για να αξιολογήσει την ικανότητα των νυμφών να μεταμορφωθούν (Gérard *et al.*, 1989). Οι νύμφες, που έπειτα αναφέρονται ως πεδοπλεπλοφόρες νύμφες, παραμένουν κοντά στο βυθό της δεξαμενής και ψάχνουν για κάποιο κατάλληλο υπόστρωμα να προσκολληθούν (Culliney, 1974; Cragg & Crisp, 1991; Dwiono, 1992). Σε

αυτή τη φάση, μπορούν να συλλεχθούν στους τεχνητούς συλλέκτες (Thorson, 1950; Chauvaud, 1998). Μέχρι σήμερα, λίγα είναι γνωστά για τα φυσικά, χημικά και βιοτικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που προσελκύουν τις νύμφες των χτενιών σε συγκεκριμένα υποστρώματα (Carriker, 1988; Nicolas, 1999). Διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την προσκόλληση ή / και τη μεταμόρφωση έχουν εξεταστεί στο εργαστήριο.

Στο φυσικό περιβάλλον, τα διαφορετικά είδη χτενιών δεν παρουσιάζουν την ίδια δυνατότητα για προσκόλληση στους τεχνητούς συλλέκτες. Παρατηρήσεις για το *P. magellanicus* (Culliney, 1974) και το *M. yessoensis* (Golikov & Scarlato, 1970) αναφέρουν ότι η πεδοπεπλοφόρος νύμφη, μόλις εγκατασταθεί, είναι θετικά γεωτακτική, ή αρνητικά φωτοτακτική. Το *A. purpuratus* εμφανίζεται να έχει μια εξαιρετική προτίμηση για προσκόλληση σε κόκκινα άλγη *Rhodymenia* sp. (Avendaño, 1993; Cantillanez, 2000), ενώ διάφορα ορυκτά και οργανικά υποστρώματα χρησιμοποιούνται από πολλά άλλα χτένια (Brand *et al.*, 1980). Γόνος έχει συλλεχθεί από καθαρές επιφάνειες πολλών ειδών, ελεύθερες από λάσπη και τα στοιχεία για τα χαρακτηριστικά ερεθίσματα για την προσκόλληση του είδους ή τις χημικά ελκυστικές επιφάνειες είναι κατά ένα μεγάλο μέρος ελλιπή (Brand *et al.*, 1980; Navarte *et al.*, 2001). Ο τύπος των ιζημάτων και τα υδροδυναμικά χαρακτηριστικά που επικρατούν στον πυθμένα είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την προσκόλληση των πεδοπλεπλοφόρων του *P. maximus* (Thorson, 1950). Μια υψηλή περιεκτικότητα σε ιλύ μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα σε μερικές φυσιολογικές διαδικασίες όπως η αναπνοή και η διατροφή (Gruffydd & Beaumont, 1972), ενώ η υπερβολική αναταραχή του βυθού μπορεί να προκαλέσει θνησιμότητα (Thorson, 1950). Οι βιοτικές

αλληλεπιδράσεις όπως ο ανταγωνισμός και η θήρευση είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες. Ο Chauvaud (1998) απέδειξε ότι η ταυτόχρονη συμμετοχή των πεδοπλεπλοφόρων του *P. maximus* και των κύριων ανταγωνιστών τους (π.χ. *A. opercularis*) στην προσκόλληση σε σταθερό υπόστρωμα συνιστά άμεσο ανταγωνισμό για χώρο και τροφή. Σύμφωνα με διάφορους συγγραφείς (Thorson, 1966; Mileikovsky, 1974; Woodin, 1976), η παρουσία στο χώρο ενηλίκων ατόμων είναι πρωταρχικής σπουδαιότητας για να ενισχύσει τις πιθανότητες για επιβίωση των προς προσκόλληση ή και των ήδη εγκατεστημένων νυμφών. Γενικότερα μεταξύ των δίθυρων, υπάρχουν διάφορα παραδείγματα των ενδοειδικών αλληλεπιδράσεων αυτού του τύπου, όπου τα ενήλικα άτομα έχουν αρνητική επίπτωση στη παρουσία νεαρών ατόμων, π.χ. στο *Cerastoderma edule* (Linnaeus 1758) (Hancock, 1973; Bachelet *et al.*, 1992a) και στο *Spisula ovalis* (Berthou & Glémarec, 1988). Ο ανταγωνισμός περιλαμβάνει ουσιαστικά την κατάποση των νυμφών ή τη διαταραχή των ιζημάτων και το θάψιμο των πεδοπλεπλοφόρων ή των πρόσφατα προσκολλημένων ατόμων. Μεταξύ των χτενιών, ο ενδοειδικός ανταγωνισμός είναι πιθανός σε διάφορα είδη, συμπεριλαμβανομένου του *Chlamys islandica* (Muller) (Vahl, 1982) και του *M. yessoensis* (Ventilla, 1982).

Η έκκριση των βλεννωδών ινών από το πόδι (βύσσου) (Dwiono, 1992) επιτρέπει στις πεδοπλεπλοφόρες νύμφες να συγκεντρωθούν μαζί ή να ανακατευτούν με τα διάφορα υλικά της περιοχής προσκόλλησης (Salaün, 1994). Στα εκκολαπτήρια, οι πεδοπλεπλοφόρες νύμφες, όταν αλλάζει το νερό, εμφανίζουν τέτοια κοινωνική συμπεριφορά ώστε σχηματίζουν μεταξύ τους ένα δίκτυο βλέννας, όπου προσκολλούνται και στο οποίο, οι σειρές των νυμφών μπορούν να φθάσουν σε μήκος μέχρι 1 m (Gérard *et al.*, 1989).

### 1.3. Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Η θερμοκρασία έχει μια ισχυρή επίδραση στην παρουσία χτενιών, ιδιαίτερα επηρεάζοντας την γεννητική ωριμότητα των ενήλικων ατόμων (Boucher & Dao, 1990; Paulet *et al.*, 1992, 1997). Τα αποτελέσματα σε εκκολαπτήρια δείχνουν ότι οι περισσότερες νύμφες που προέρχονται από απόθεμα γεννητόρων υπό αιχμαλωσία στο εκκολαπτήριο, που γεννούν σε θερμοκρασίες κάτω από 16°C, παρουσιάζουν δυσμορφίες (Cochard & Gérard, 1987). Οι νύμφες επηρεάζονται επίσης από τη θερμοκρασία, η οποία μπορεί να προκαλέσει μια επιβράδυνση ή ακόμα και μια διακοπή της αύξησης (Beaumont & Budd, 1983). Οι νύμφες που εκκολάπτονται στο φυσικό περιβάλλον επηρεάζονται ομοίως (Salaün, 1994). Οι Cragg & Crisp (1991) αναφέρουν διαφοροποιήσεις στη διάρκεια ζωής των νυμφών, που κυμαίνονται από 9 έως 70 ημέρες, ανάλογα με τα είδη και τη θερμοκρασία. Ανεξάρτητα από τα είδη που μελετήθηκαν, αυτοί οι συγγραφείς βρήκαν έναν αρνητικό συσχετισμό μεταξύ της διάρκειας ζωής των νυμφών και της θερμοκρασίας. Εντούτοις, ο ρυθμός αύξησης τους ανέκαμψε όταν η θερμοκρασία αυξήθηκε στην κανονική τιμή.

Ανάλογα με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά, μερικοί κόλποι που αποτελούν περιοχές διαβίωσης χτενιών μπορεί να είναι περισσότερο προστατευμένοι από τους επικρατούντες ανέμους. Διάφορες υδρολογικές μελέτες προσφέρουν καλύτερη κατανόηση της μετατόπισης και διασποράς των νυμφών από τις περιοχές αναπαραγωγής (Thorson, 1950). Σύμφωνα με τους Thouzeau & Lehay (1988), τρεις τύποι παραγόντων προκαλούν τη



μετακίνηση των υδάτινων μαζών. Η δράση της παλίρροιας, ο αέρας και διαφορές στην πυκνότητα του νερού που οφείλονται στη θερμοκρασία και την αλατότητα (Εικόνα 2). Αυτοί οι συγγραφείς επίσης καθόρισαν ότι οι προνύμφες του *P. maximus* θα μπορούσαν να ταξιδέψουν 10-40 Km κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 18 ημερών απλώς ως αποτέλεσμα της παλιρροιακής δράσης.

### **1.3.1. Διατροφή**

Δεδομένου ότι οι νύμφες καταναλώνουν τα λεκιθικά τους αποθέματα, σταδιακά αλλάζουν την πλαγκτοτροφική συμπεριφορά και αυτό αρχίζει από τη δεύτερη ή τρίτη ημέρα και μετά. Οι πηγές τροφής που χρησιμοποιούνται, ποικίλλουν και περιλαμβάνουν βακτήρια και κυανοβακτήρια (Prieur, 1981; Salaün, 1994; Nicolas *et al.*, 1998) και διαλυμένα αμινοξέα (Manahan and Crisp, 1983), ενώ το φυτοπλαγκτόν (δινομαστιγωτά και διάτομα) αντιπροσωπεύουν το κύριο συστατικό της νυμφικής διατροφής (Culliney, 1974; Le Pennec & Rangel-Davalos, 1985; Salaün, 1994). Η διασπορά των φυκών στη στήλη του νερού εξαρτάται από την ένταση του φωτός. Συνεπώς, οι νύμφες ακολουθούν τις συγκεντρώσεις του φυτοπλαγκτού, όπως έχει καταδειχθεί στα είδη *P. magellanicus* (Thorson, 1966), *P. maximus* (Salaün, 1994) και *A. purpuratus* (Cantillanez, 2000). Όταν η υδάτινη στήλη στρωματοποιείται, οι νυμφικές συγκεντρώσεις συνδέονται άμεσα με τις συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, και οι δύο μπορούν να βρεθούν ιδιαίτερα βαθιά, αν και οι νύμφες εμφανίζονται να αποφεύγουν τα πιο κρύα κατώτερα υδάτινα στρώματα, ενώ μπορούν να

παρατηρηθούν στην επιφάνεια μετά τη δύση του ηλίου. Εντούτοις, οι νύμφες κατανέμονται σε όλη την υδάτινη στήλη κατά τη διάρκεια των περιόδων μη-στρωματοποίησης, επειδή οι υδροδυναμικές δυνάμεις ξεπερνούν τις ικανότητες κολύμβησής τους.

Η διαθεσιμότητα της τροφής είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επιδρούν στην νυμφική ανάπτυξη και επομένως στην παρουσία των νεαρών ατόμων. Οι νύμφες είναι σε θέση να επιζήσουν αρκετές ημέρες χωρίς τροφή (Salaün, 1994) και μπορούν στη συνέχεια να συνεχίσουν την κανονική αύξηση μόλις βελτιωθεί η διατροφή τους. Πρέπει να συγκεντρωθεί μια επαρκής ποσότητα ενεργειακών αποθεμάτων ώστε να πραγματοποιηθεί η μεταμόρφωση (Dwiono, 1992), και κατά τη διάρκεια της πελαγικής φάσης περιστασιακή έλλειψη τροφής μπορεί να μειώσει τις πιθανότητες επιβίωσης των νυμφών.

### **1.3.2. Θήρευση**

Ανεξάρτητα από τους παράγοντες που εμπλέκονται (Thorson, 1950; Mileikovsky, 1971; Scheltema, 1971; Chia *et al.*, 1984), οποιαδήποτε επέκταση της νυμφικής φάσης είναι πιθανό να αυξήσει την πιθανότητα θανάτωσης του ατόμου από θηρευτές και διασποράς των ατόμων έξω από μια κατάλληλη περιοχή, όπως έχει καταδειχθεί για το είδος *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus 1758) (Carriker, 1961) ή και για το *M. edulis* (Fotel *et al.*, 1999). Πρόσφατα, οι Ciocco & Orensanz (2001) αναθεώρησαν και συνόψισαν τη βιβλιογραφία για τους θηρευτές των χτενιών σε διάφορες περιοχές της γης.

### **1.3.3. Οργανικοί ρύποι και βαρέα μέταλλα**

Λίγες πληροφορίες είναι διαθέσιμες σχετικά με τις επιπτώσεις των οργανικών ρύπων και των βαρέων μετάλλων στα χτένια. Τα εργαστηριακά πειράματα έχουν δείξει ότι οι οργανικοί ρύποι έχουν επιπτώσεις στην ανάπτυξη των προνυμφών των δίθυρων μαλακίων, ακόμη και μέχρι το σημείο της πλήρους στασιμότητας της ανάπτυξης σε υψηλές δόσεις (Liao & Li, 1980; Beaumont *et al.*, 1987; Beiras & His, 1995). Οι αντιρρυπαντικές ενώσεις (antifouling) αποτρέπουν την προσκόλληση των πεδοπλεπλοφόρων (Minchin *et al.*, 1987).

### **1.3.4. Τοξικές ανθίσεις του φυτοπλαγκτού**

Οι όλο και περισσότερο ευτροφικές συνθήκες των παράκτιων υδάτων είναι ευνοϊκές για τοξικές “ανθίσεις” δινωμαστιγωτών (*dinoflagellate*) κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, όταν η αναπαραγωγή των δίθυρων μαλακίων βρίσκεται στην κορύφωσή της. Στην Ιρλανδία, μια άνθιση του είδους *Gyrodinium aureolum* στη λίμνη Hyne προκάλεσε μια πλήρη εξαφάνιση των κωπηπόδων καθώς επίσης και των νυμφών των γαστερόποδων και των δίθυρων μαλακίων (Minchin, 1985). Το 1995, η άνθιση του είδους *Gyrodinium nagasakiense* στον κόλπο της Brest στη Γαλλία, προκάλεσε διακοπή στη διατροφή και ανάπτυξη των οστράκων του *P. maximus*, που οδήγησε σε εξασθετισμένη παραγωγή γαμετών και νυμφική θνησιμότητα (Chauvaud, 1998). Οι βλαβερές επιδράσεις των “ανθίσεων” του φυτοπλαγκτού στα χτένια και άλλα δίθυρα συνοψίστηκαν πρόσφατα από τους Blanco-Pérez (2001).

### 1.3.5. Βακτηριακή μόλυνση

Οι βακτηριακές μολύνσεις εμφανίζονται συχνά κατά τη διάρκεια εργαστηριακών πειραμάτων (Andersen *et al.*, 2000), και οι νύμφες είναι πιο ευαίσθητες από τα ενήλικα άτομα (Lambert, 1998). Η δονακίωση είναι ιδιαίτερα κοινή στην εκτροφή των προνυμφών του *A. irradians* (Leibovitz, 1989) και του *Euvola ziczac* (Linnaeus 1758) (Freites *et al.*, 1993). Ένα στέλεχος του *vibrio anguillarum* που ευθύνεται για τους θανάτους νυμφών έχει απομονωθεί από το *A. purpuratus* στο εργαστήριο (Riquelme *et al.*, 1995). Στα πειραματικά και εμπορικά εκκολαπτήρια χτενιών, συχνά εμφανίζονται υψηλές θνησιμότητες, εκτός αν χρησιμοποιούνται αντιβιοτικά. Οι Lambert *et al.* (1998) πρόσφατα προσδιόρισαν το *Vibrio pectenicida* στο *P. maximus*, το οποίο προκαλεί γρήγορο θάνατο όλων των νυμφών. Η παθογόνος δράση του είναι προς το παρόν άγνωστη, αλλά θεωρείται επιβλαβέστερο όταν η φυσιολογική κατάσταση των νυμφών είναι μέτρια (Lambert, 1998).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 2.1. Περιοχή πειράματος

Η περιοχή που πραγματοποιήθηκε το πείραμα βρίσκεται στην ΒΔ πλευρά του Αμβρακικού κόλπου (περιοχή “Μάζωμα”) (Εικόνα 4), όπου είναι εγκατεστημένη η πλωτή μονάδα εκτροφής οστράκων της εταιρίας «*PECTEN* Ο.Ε.».

Ο Αμβρακικός κόλπος (Εικόνα 3), είναι μια ημίκλειστη θαλάσσια περιοχή συνολικής επιφάνειας 408 km<sup>2</sup> και μεγίστου βάθους 60 m, η οποία συνδέεται με το Ιόνιο Πέλαγος μέσω ενός στενού διαύλου πλάτους μόλις 600 m. Στο βόρειο τμήμα του κόλπου βρίσκονται τα εκβολικά συστήματα των ποταμών Λούρου και Αράχθου, καθώς και ένα εκτεταμένο σύμπλεγμα λιμνοθαλασσών. Ο κόλπος αποτελεί περιοχή αναπαραγωγής και διαβίωσης πολλών υδρόβιων

οργανισμών, ενώ ταυτόχρονα δέχεται αρκετά αστικά και γεωργικά απόβλητα (Χατζημπίρος *et al.*, 1991).

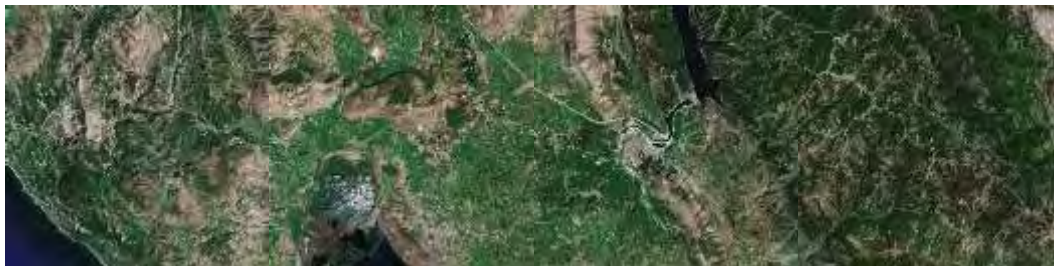
Τα τελευταία χρόνια, η περιοχή έχει γνωρίσει ανάπτυξη των δραστηριοτήτων εντατικής υδατοκαλλιέργειας, λόγω α) των κατάλληλων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών (Dendrinios & Thorpe, 1985), β) της παρουσίας αστικών κέντρων που εξασφαλίζουν οδική πρόσβαση, ενέργεια και εργατικό δυναμικό και γ) της γειτνίασης με την Ιταλία (Γκότση-Σκρέτα κ.α., 2003).

Είναι εύστροφο οικοσύστημα. Η επιφανειακή θερμοκρασία του νερού του κόλπου κατά την διάρκεια του έτους κυμαίνεται από 11 – 30°C. Η επιφανειακή αλατότητα παραμένει χαμηλή 16,8 – 34,8‰ (Panayotidis *et al.*, 1993). Τα ύδατα του κόλπου χαρακτηρίζονται από ισχυρή στρωμάτωση σχεδόν όλες τις εποχές του έτους, με τα βαθύτερα νερά να είναι ψυχρότερα και περισσότερο αλμυρά σε σχέση με τα επιφανειακά. Οι μέσες ταχύτητες ρευμάτων είναι σχετικά μεγάλες (12,5 – 15,3 cm/sec στον διάυλο Πρέβεζας) στην είσοδο του κόλπου και εξαιρετικά χαμηλές στο κεντρικό τμήμα του κόλπου (Voutsinou *et al.*, 1991).

Οι μέσες συγκεντρώσεις πυριτικών, φωσφορικών και νιτρικών διαφέρουν σημαντικά στις διάφορες περιοχές του κόλπου, ενώ το διαλυμένο οξυγόνο στην επιφάνεια κυμαίνεται από 4 – 7 mgr /l (Friligos *et.al.*, 1997).

Οι μέσες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης α στην υδάτινη στήλη του κόλπου είναι μέγιστες την άνοιξη (22-44.8 mg-at/l) και ελάχιστες το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Το φυτοπλαγκτονικό σύστημα του Αμβρακικού εμφανίζεται ιδιαίτερα εύτροφο στο δυτικό τμήμα του κόλπου (όπου βρίσκεται η περιοχή

του πειράματος) και επηρεάζεται από τις παροχές γλυκού νερού του ποταμού Λούρου (Voutsinou *et al.*, 1991; Γκατζέλια κ.α., 1990).





**Εικόνα 5.** Αμβρακικός Κόλπος (δορυφ. Φωτο από Google earth).





**Εικόνα 6.** Η περιοχή του πειράματος (ΒΔ πλευρά του Κόλπου) (δορυφ. Φωτο από Google earth).

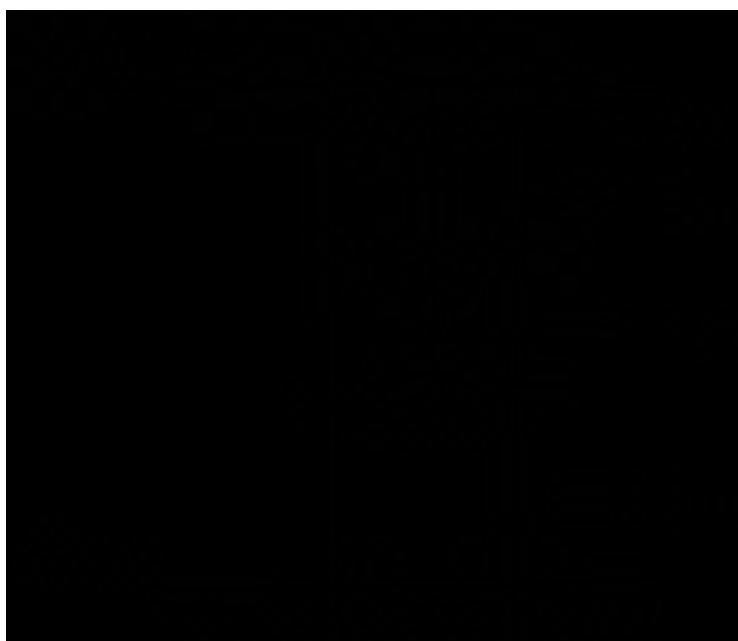


**Εικόνα 7.** Η πλωτή μονάδα οστρακοκαλλιέργειας (δορυφ. Φωτο από Google earth).

Στις πλωτές εγκαταστάσεις της μονάδος, στο τέλος Απριλίου του 2007, στην ανατολική άκρη του πάρκου εκτροφής, κρεμάστηκαν τέσσερα σχοινιά πολυπροπυλενίου διαμέτρου 16 mm και μήκους 8 m το κάθε ένα, σε απόσταση 2m μεταξύ τους,. Στην κατώτερη άκρη κάθε σχοινιού τοποθετήθηκε βάρος έτσι ώστε το σχοινί να στέκεται σταθερά στη θέση του. Σε κάθε σχοινί τοποθετήθηκαν 9 συνολικά συλλέκτες, 3 σε κάθε διαφορετικό βάθος, (1m, 4m και 8 m).



**Σχήμα 1.** Σχηματική παράσταση μιας σειράς του πάρκου εκτροφής οστράκων. Παρουσιάζεται η τοποθέτηση των σχοινιών στην εγκατάσταση, σε σχέση με το βάθος της θάλασσας.



**Σχήμα 2.** Σχηματική παράσταση της τοποθέτησης των συλλεκτών γόνου στο σχοινί, σε σχέση με το βάθος της θάλασσας.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, ελέγχθηκαν η παρουσία νυμφών χτενιών στην στήλη του νερού της θάλασσας, η παρουσία του γόνου δύο

διαφορετικών ειδών χτενιών στους συλλέκτες, τόσο σε διαστήματα 2 εβδομάδων (συλλέκτες ένδειξης) όσο και σε διάστημα 4,5 μηνών (μεγάλης διάρκειας συλλέκτες), σε σχέση με την θερμοκρασία και το διαλυμένο οξυγόνο του νερού. Το πείραμα διήρκησε από τις 30 Απριλίου έως και τις 18 Σεπτεμβρίου 2007, οπότε και συγκεντρώθηκαν οι συλλέκτες μεγάλης διάρκειας.

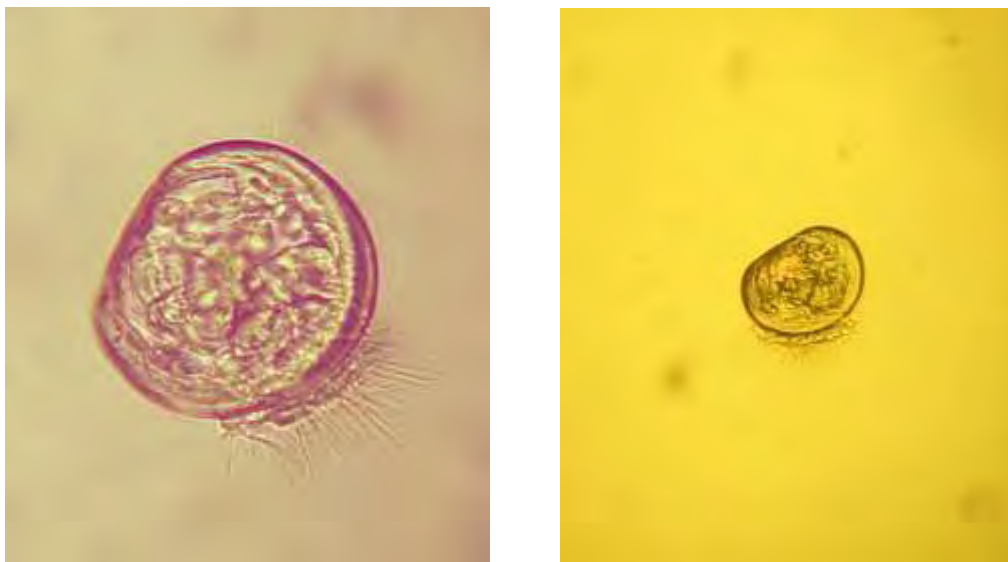
## **2.2. Θερμοκρασία και συλλογή πλαγκτού**

Με δεδομένη την αλληλεξάρτηση μεταξύ της θερμοκρασίας και της αναπαραγωγικής δραστηριότητας (Bricelj & Shumway, 1991), στο χώρο των συλλεκτών είχαν τοποθετηθεί 3 θερμόμετρα υδραργύρου, ένα σε κάθε ένα από τα ελεγχόμενα βάθη (1m, 4m, 8m), από τα οποία, κάθε 15 ημέρες, λαμβάνονταν η θερμοκρασία του νερού. Παράλληλα με την θερμοκρασία, με την χρήση οξυγονομέτρου χειρός, τύπου Oxygard Handy-gamma, μετρώσαν επίσης τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου, στα 1m, 4m και 8m βάθος.

Κάθε δύο εβδομάδες, (από 30 Απριλίου) στην ίδια περιοχή, πραγματοποιούνταν δειγματοληψία πλαγκτού με τη χρήση πλαγκτονόδικτου τύπου Bongo (διαμέτρου 40 cm, μήκος κώνου 50 cm και μέγεθος ανοίγματος ματιού 30  $\mu$ ). Το πλαγκτονόδικο βυθίζονταν σε βάθος 10 m και με ταχύτητα περίπου 5 m/min ανασυρόταν στην επιφάνεια. Αυτή η ενέργεια επαναλαμβάνονταν 3 φορές σε κάθε δειγματοληψία (Slater, 2006).

Το δείγμα κάθε δειγματοληψίας, τοποθετούνταν σε φιάλη 1L και μεταφέρονταν στο εργαστήριο του πειραματικού κυτταροτροφείου Αρτας για ανάλυση. Στο εργαστήριο, το περιεχόμενο της κάθε φιάλης διηθούνταν μέσω

σίτας πλέγματος 150μ σε νέο δοχείο του 1L, ώστε να διαχωριστούν οι νύμφες των χτενιών από άλλους οργανισμούς μεγαλύτερου μεγέθους (εικόνες 6,7).



**Εικόνες 8,9.** Ημικυκλικές νύμφες χτενιών (φωτογραφίες από οπτικό μικροσκόπιο, μεγέθυνση X40 και X25 αντίστοιχα). (φωτο: Δ. Τσότσιος).

Κατόπιν, αφού το διάλυμα στο δοχείο αναδεύονταν ώστε να ομογενοποιηθεί, με τη χρήση πιπέτας λαμβάνονταν δείγμα νερού των 10 ml για την κάθε μία φιάλη ξεχωριστά, τοποθετούνταν σε κυταρρόμετρο Sedgewick Rafter και σε οπτικό μικροσκόπιο PLEUGER XS-J2, (σε επίπεδα μεγέθυνσης x10, x25 και x40) και πραγματοποιούνταν η αναγνώριση (μεταξύ νυμφών και άλλων οργανισμών, εικόνες 8,9,10,11,12)) και καταμέτρηση των νυμφών συνολικά και των δύο ειδών χτενιών. Τελικά βάση του μέσου όρου των τριών μετρήσεων και με αναγωγή υπολογίζονταν ο συνολικός αριθμός νυμφών στον όγκο της φιάλης.



**Εικόνες 10- 14.** Νύμφες: γαστερόποδου, αστερία, αχινού, αχιοβάδας, κάβουρα (φωτογραφίες από οπτικό μικροσκόπιο, μεγέθυνση X25). (φωτο: Δ. Τσότσιος).

Θεωρώντας ότι η σύρση του διχτυού σχηματίζει το όγκο κυλίνδρου υπολογίστηκε ο όγκος του φιλτραρισμένου θαλασσινού νερού, μέσω του τύπου:

$$M^3 = R^2 \times \pi \times L,$$

R= η διάμετρος του πλαγκτονόδικτου

L= το μήκος της σύρσης του διχτυού σε m

Γνωρίζοντας τον αριθμό των νυμφών στον όγκο της φιάλης και τον όγκο του φιλτραρισμένου νερού τα αποτελέσματα αναγάγονταν σε παρουσία ατόμων νυμφών ανά m<sup>3</sup> θαλασσινού νερού.

### **2.3. Συλλέκτες ένδειξης**

Οι συλλέκτες ήταν κατασκευασμένοι από σάκο κρεμμυδιών του εμπορίου, διαστάσεων 40 x 60 cm, γεμισμένοι με πλαστικό δίχτυ, το οποίο είχε άνοιγμα ματιού 5 x 7 mm, διαστάσεις 40 x 100 cm και συνολική επιφάνεια 0,4 m<sup>2</sup> (εικόνες 8,9).

Το πλαστικό δίχτυ τοποθετήθηκε διπλωμένο με πτυχώσεις μέσα στο σάκο, έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η ελεύθερη διαθέσιμη επιφάνεια για την προσκόλληση των νυμφών.

Σε 2 από τα 4 σχοινιά που κρεμάστηκαν στις εγκαταστάσεις της μονάδος, τοποθετήθηκαν 3 συλλέκτες σε κάθε ένα από τα βάθη των 1, 4 και 8 m. Στο πρώτο σχοινί τοποθετήθηκαν οι 9 συνολικά συλλέκτες στην αρχή του πειράματος ενώ στο δεύτερο τοποθετήθηκε η δεύτερη σειρά των 9 συλλεκτών. Στα 2 σχοινιά εναλλάσσονταν κάθε 15 ημέρες οι παλιοί και νέοι συλλέκτες ένδειξης.



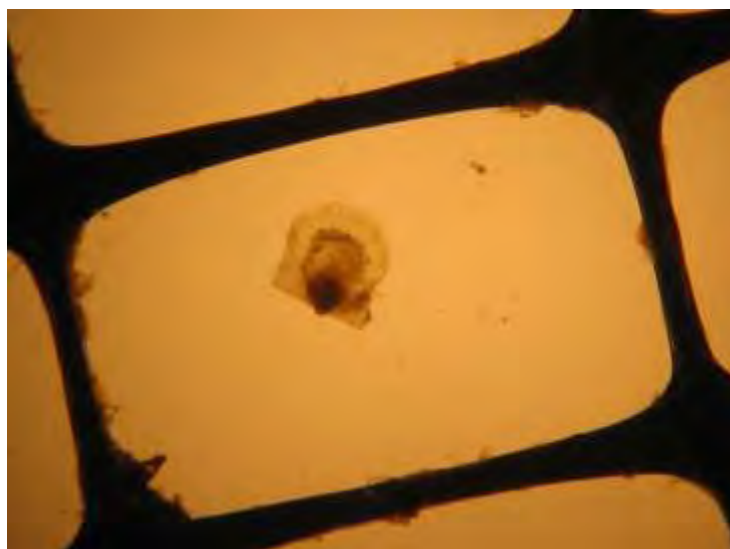
**Εικόνες 15,16.** Α) πλαστικό δίχτυ και Β) συλλέκτης γόνου. (φωτο: Δ. Τσότσιος).

Ξεκινώντας από τις 30 Απριλίου, κάθε 15 ημέρες, συλλέκτες ένδειξης τοποθετούνταν στο νερό και παρέμεναν κρεμασμένοι για 15 ημέρες. Κατόπιν συλλέγονταν και ελέγχονταν για την παρουσία προσκολλημένων χτενιών. Αυτή η διαδικασία συνεχίστηκε έως τις 30 Αυγούστου.

Στις εγκαταστάσεις της μονάδος, οι σάκοι και το εσωτερικό δίχτυ ξεπλένονταν μέσα σε μία λεκάνη με φιλτραρισμένο (επίπεδο φιλτραρίσματος 30  $\mu$ ) θαλασσινό νερό. Έπειτα το νερό της λεκάνης διηθούνταν διαδοχικά σε φίλτρο σίτας 300  $\mu$  έτσι ώστε να συγκρατηθούν οι οργανισμοί μεγάλου



μεγέθους και σε κατόπιν σε φίλτρο σίτας 120  $\mu$  που είναι και το ελάχιστο μέγεθος που αναμένουμε να έχουν οι νύμφες την στιγμή της μεταμόρφωσης και προσκόλλησης τους (Davies, 1974) (Εικόνα 10). Ότι συγκρατούνταν στο φίλτρο σίτας των 120  $\mu$ , ξεπλένονταν με καθαρό φιλτραρισμένο (επίπεδο φιλτραρίσματος 30  $\mu$ ) θαλασσινό νερό μέσα σε νέα λεκάνη. Αφού το νερό στην λεκάνη παρέμενε για 10 λεπτά σε ηρεμία ώστε να βυθιστούν στον πυθμένα τα άτομα του γόνου, το επιφανειακό νερό αφαιρούνταν και το υπόλοιπο συγκεντρώνονταν σε φιάλη του 1 L για να μεταφερθεί στο εργαστήριο.

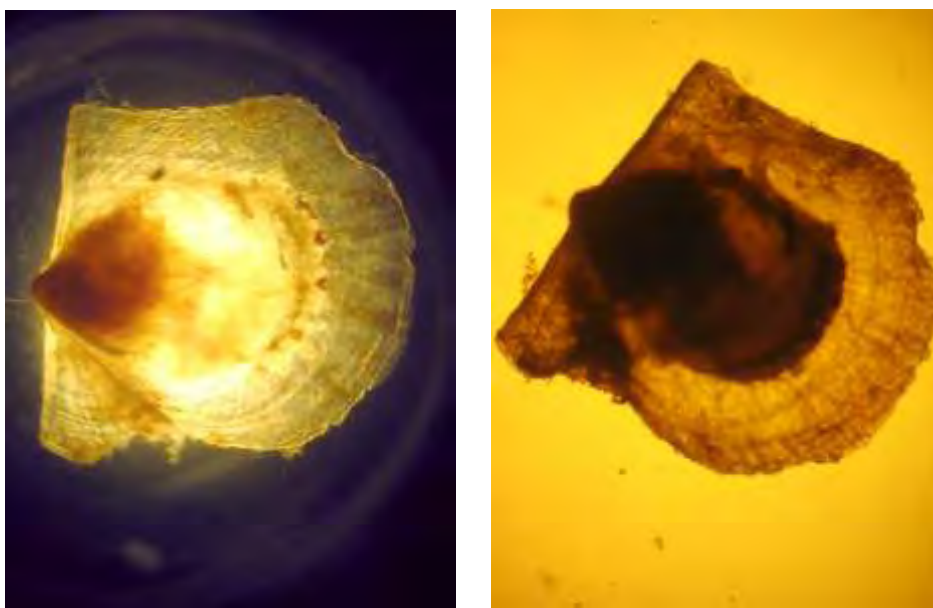


**Εικόνα 17.** Γόνος χτενιού *Flexopecten glaber* σε σχέση με το υλικό προσκόλλησης (φωτογραφία από στερεοσκόπιο). (φωτο: Δ. Τσότσιος).

Η φιάλη μεταφέρονταν στο εργαστήριο του πειραματικού κυτρινोटροφείου Αρτας μέσα σε 2-3 h διατηρώντας έτσι ζωντανό το γόνο. Στο εργαστήριο, το νερό της λεκάνης τοποθετούνταν σε κωνικό δοχείο για να υποστεί ελαφρά φυγοκέντριση, με αποτέλεσμα την συλλογή των νεαρών χτενιών στο κέντρο του πυθμένα. Έπειτα, με τη χρήση πιπέτας συγκεντρώνονταν τα νεαρά χτένια

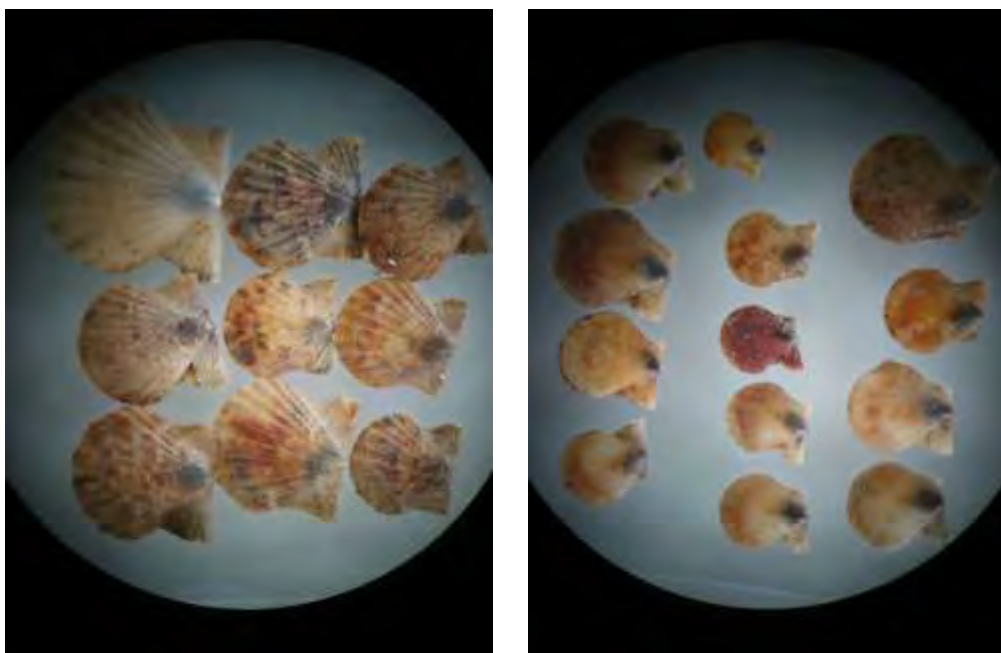


σε δοχείο των 50 ml. Κατόπιν, τοποθετούνταν σε τριγλιά Petri, σε στερεοσκόπιο CARL ZEUS Stem 2000-C όπου διαχωρίζονταν από άλλους μικροοργανισμούς και έπειτα σε κυτταρόμετρο Sedgewick Rafter στο μικροσκόπιο PLEUGER XS-J2 (σε επίπεδα μεγέθυνσης x10, x25 και x40) πραγματοποιούνταν η αναγνώριση και καταμέτρηση των χτενιών για κάθε είδος οστράκου (Slater, 2006) (Εικόνες 11-14).



**Εικόνες 18,19.** Γόνος *Flexorpecten glaber*. Είναι ορατή η κηλίδα ματιού (eye spot) στη βάση του οστράκου ( A) φωτογραφία από μικροσκόπιο, μεγέθυνση X25, B) φωτογραφία από στερεοσκόπιο, αντίστοιχα) (φωτο: Δ. Τσότσιος).

Η αναγνώριση των ειδών πραγματοποιήθηκε παρατηρώντας τις διαφορές στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των δύο ειδών που αφορούσαν το σχήμα του οστράκου (το *varia* παρουσιάζει περισσότερο επιμήκεις και στρογγυλοποιημένες θυρίδες σε σχέση με το *glaber*) και τον σχηματισμό των “αυτιών” (δύο “αυτιά” συμμετρικά για το *glaber*, ένα “αυτί” για το *varia*).



**Εικόνες 20,21.** Γόνος των δύο ειδών. Α) *Flexopecten glaber*, Β) *Chlamys varia* (φωτογραφία από μικροσκόπιο, X10). (φωτο: Δ. Τσότσιος).

#### **2.4. Συλλέκτες μεγάλης διάρκειας**

Στις 30 Απριλίου, 2 σειρές συλλεκτών μεγάλης διάρκειας τοποθετήθηκαν στην μονάδα στα 2 υπόλοιπα από τα 4 σχοινιά που προαναφέρθηκαν. Η κάθε σειρά αποτελούνταν από 9 συλλέκτες, χωρισμένους σε ομάδες των τριών και τοποθετημένους, μια ομάδα σε κάθε ένα από τα βάθη των 1m ,4m και 8m. Η πρώτη σειρά χρησιμοποιήθηκε για τα αποτελέσματα του πειράματος, ενώ η δεύτερη ήταν εφεδρική, για την κάλυψη τυχόν απωλειών συλλεκτών.

Και αυτοί οι συλλέκτες κατασκευάστηκαν από σάκους κρεμμυδιών, διαστάσεων 40 x 60 cm και γεμίστηκαν με υλικό (πλαστικό δίχτυ με μάτι 5 x 7 mm) συνολικής επιφανείας 0,4 m<sup>2</sup>. Το δίχτυ τοποθετήθηκε διπλωμένο κάνοντας πτυχές έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η ελεύθερη διαθέσιμη επιφάνεια για την επικάθιση του γόνου (Ambrose *et al.*,1992) (Εικόνες 15,16).

Αυτοί οι συλλέκτες παρέμειναν στο νερό μέχρι τις 18 Σεπτέμβρη. Τότε συλλέχθηκαν και έγινε καταμέτρηση του αριθμού του γόνου για κάθε είδος σε κάθε συλλέκτη. Επίσης έγινε καταγραφή των μεγεθών, και διαλογή των ατόμων σε τρία μεγέθη, μικρά ( $<0,5\text{cm}$ ), μεσαία ( $>0,5\text{cm}, <1\text{cm}$ ) και μεγάλα ( $>1\text{cm}$ ), με σκοπό την εκτίμηση της χρονικής στιγμής της παρουσίας τους στους συλλέκτες.



**Εικόνα 22.** Εξωτερική εμφάνιση συλλέκτη μεγάλης διάρκειας. (φωτο: Δ. Τσότσιος).



**Εικόνα 23.** Το εσωτερικό του συλλέκτη μεγάλης διάρκειας. (φωτο: Δ. Τσότσιος).

Ο συλλεγμένος γόνος τέλος, τοποθετήθηκε σε ειδικό εξοπλισμό εκτροφής που αποτελούνταν από διχτυωτά κυκλικά παράλληλα επίπεδα (lantern nets), στις εγκαταστάσεις της μονάδος για ανάπτυξη.

### **2.5. Στατιστική ανάλυση**

Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα statistica, έκδοση 7.0 (Statsoft Inc., 2006).

Οι τιμές της συλλογής νυμφών στη στήλη του νερού αναλύθηκαν με ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (ANOVA).

Η προσκόλληση του γόνου στους συλλέκτες ένδειξης αναλύθηκε με τη χρήση ανάλυσης διακύμανσης δύο παραγόντων (2way ANOVA) και κατόπιν οι τιμές ιεραρχήθηκαν με την δοκιμασία HSD του Tuckey.

Η σχέση των δεδομένων της παρουσίας των νυμφών στο νερό και της προσκόλλησης του γόνου, τόσο στους συλλέκτες ένδειξης, όσο και στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας μετρήθηκε με τη μέθοδο της συσχέτισης.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της διαλογής του συλλεγμένου γόνου στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας ελέγχθηκε με τη στατιστική δοκιμασία  $\chi^2$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

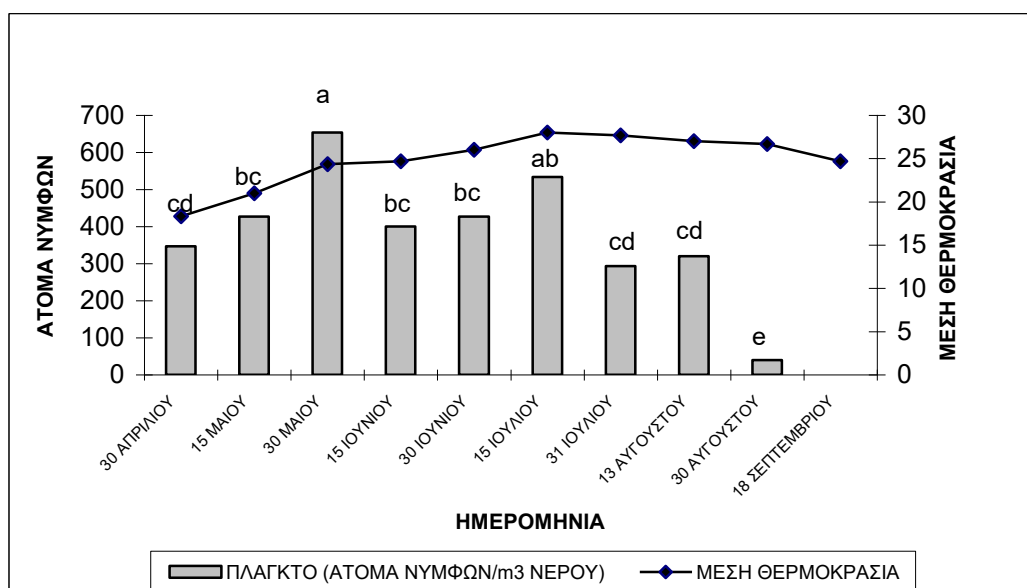
### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1. Νύμφες

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων θερμοκρασίας και διαλυμένου οξυγόνου κατά την διάρκεια του πειράματος παρουσιάζονται στον Πίνακα I (Παράρτημα). Τα αποτελέσματα της συλλογής νυμφών παρουσιάζονται στον Πίνακα II (Παράρτημα).

Μετά από την ανάλυση διασποράς (ANOVA,  $F=47,167$ ;  $P<0,05$ ) φαίνεται ότι ο χρόνος έχει ισχυρή επίδραση στην εμφάνιση των νυμφών στο νερό. Στην έναρξη του πειράματος, στο τέλος Απριλίου, έχουμε ήδη παρουσία νυμφών. Για την χρονική περίοδο από Μάιο έως τα μέσα Ιουλίου οι τιμές των νυμφών που καταγράφηκαν στη στήλη του νερού διατηρήθηκαν σταθερές. Μετά το διάστημα αυτό ο αριθμός τους μειώνεται μέχρι το τέλος Αυγούστου όπου μετρήθηκε ελάχιστος αριθμός ατόμων, που υποδηλώνει και το τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου του καλοκαιριού (Tuckey's HSD).

Παρουσιάστηκαν δύο κορυφώσεις στην παρουσία των νυμφών στο διάστημα των δειγματοληψιών, με την μέγιστη στα μέσα Μαΐου και μια μικρότερη στα μέσα Ιουλίου (Διάγραμμα 1).

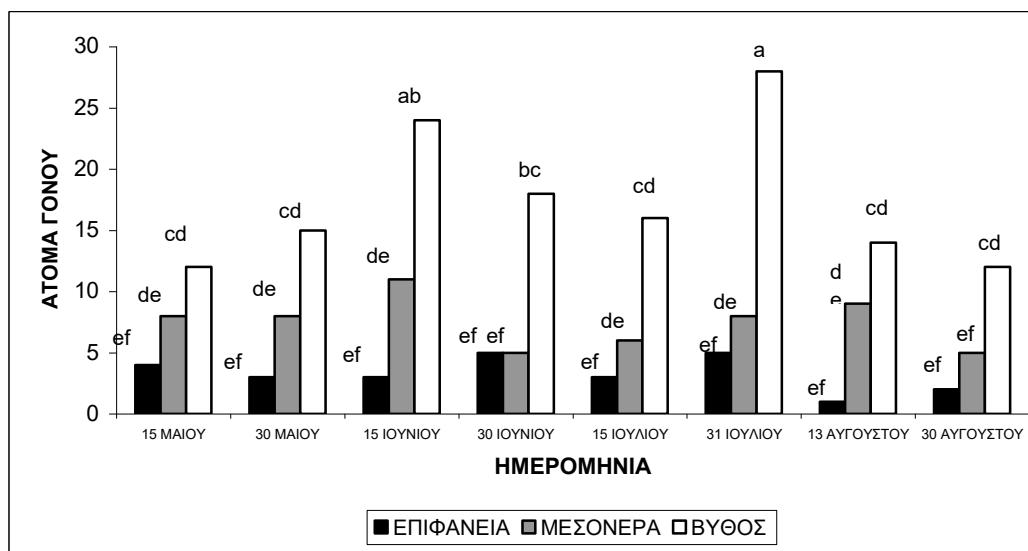


**Διάγραμμα 1.** Παρουσία νυμφών στη στήλη του νερού.

### 3.2. Συλλέκτες ένδειξης

Τα αποτελέσματα της παρουσίας του γόνου *Chlamys varia* στους συλλέκτες παρουσιάζονται στον Πίνακα III (Παράρτημα).

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA,  $F=7,715$ ,  $P<0,05$ ) και διαπιστώθηκε ότι αυτές οι τιμές διαφέρουν και επηρεάζονται από τους παράγοντες βάθος νερού και χρόνο καθώς και την αλληλεπίδρασή των δύο αυτών παραγόντων. Εμφανίζονται δύο κορυφώσεις στην παρουσία νεαρών ατόμων στους συλλέκτες, στα μέσα Ιουνίου και στο τέλος Ιουλίου. Καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος στο μεγαλύτερο βάθος εμφανίζονται και οι μεγαλύτερες τιμές ατόμων γόνου. Ακολουθούν τα μεσόνερα, ενώ στην επιφάνεια έχουμε τη μικρότερη παρουσία γόνου (Tuckey's HSD) (Διάγραμμα 2).

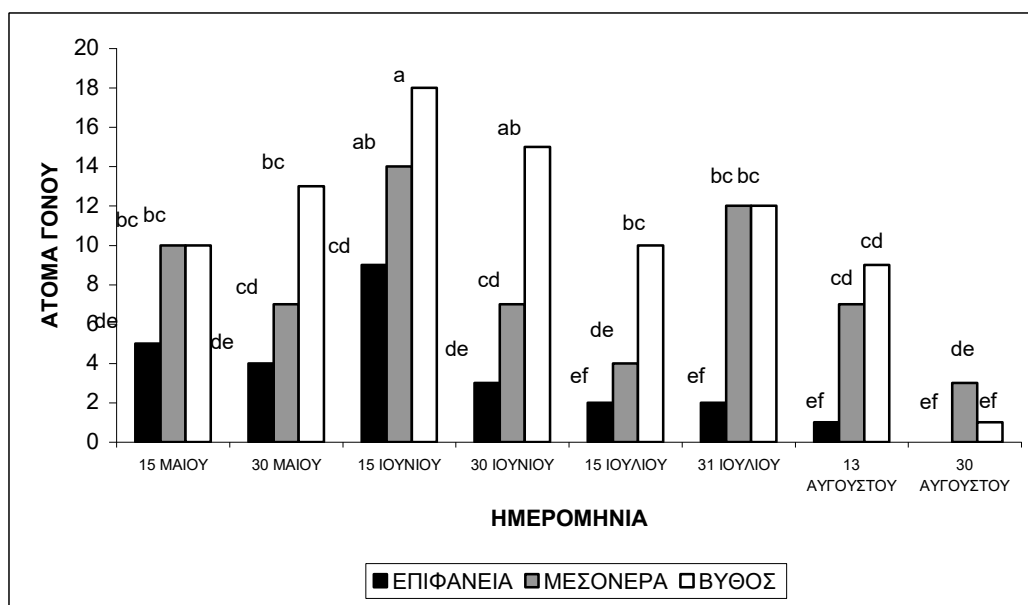


**Διάγραμμα 2.** Αποτελέσματα συλλογής γόνου του *C. varia* στους συλλέκτες ένδειξης.

Τα αποτελέσματα της παρουσίας του γόνου *Flexorpecten glaber* στους συλλέκτες παρουσιάζονται στον Πίνακα IV (Παράρτημα).

Επίσης, η ανάλυση διακύμανσης έδειξε την διαφορετικότητα των τιμών και τον επηρεασμό τους από το βάθος του νερού, τον χρόνο και την αλληλεπίδραση τους (ANOVA,  $F=47,167$ ,  $P<0,05$ ). Εμφανίζεται μια κορύφωση στην προσκόλληση του γόνου στα μέσα Ιουνίου ενώ σταδιακά μέχρι το τέλος Αυγούστου οι τιμές μειώνονται. Στην επιφάνεια παρατηρούνται οι μικρότερες τιμές, ενώ στο βυθό έχουμε την πολυπληθέστερη παρουσία ατόμων (Tuckey's HSD) (Διάγραμμα 3).



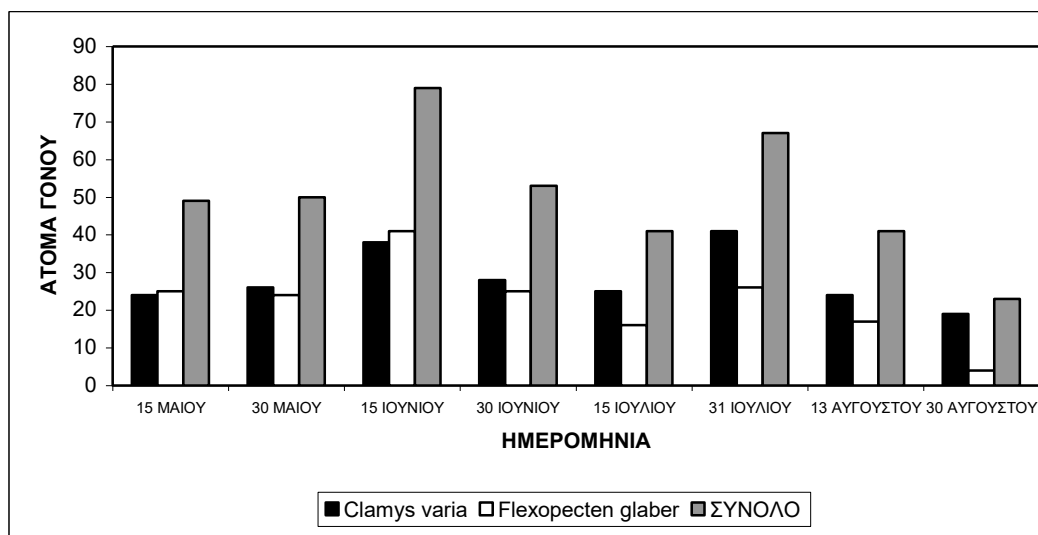


**Διάγραμμα 3.** Αποτελέσματα συλλογής γόνου του *F. glaber* στους συλλέκτες ένδειξης.

Και τα δύο είδη εμφανίστηκαν στους συλλέκτες κατά το χρονικό διάστημα του πειράματος. Ο γόνος του *glaber* φαίνεται να έχει πιο πρώιμη παρουσία σε σχέση με αυτόν του *varia* ο οποίος συνεχίζει να προσκολλάται στους συλλέκτες και στο τέλος Αυγούστου (Διαγράμμα 4).

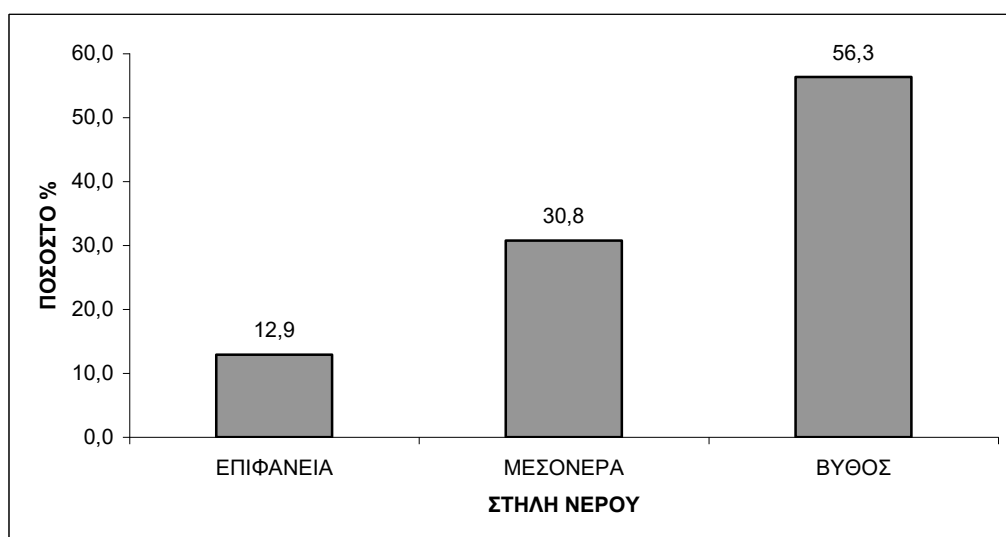
Η μεγαλύτερη παρουσία γόνου εμφανίζεται στα μέσα Ιουνίου, ενώ στο τέλος Ιουλίου παρουσιάζεται μια δεύτερη κορύφωση.

Στο τέλος Αυγούστου εμφανίζονται οι μικρότερες τιμές πιθανόν σαν αποτέλεσμα της μείωσης της αναπαραγωγικής δραστηριότητας.



**Διάγραμμα 4.** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα συλλογής γόνου των 2 ειδών στους συλλέκτες ένδειξης.

Σε όλες τις δειγματοληψίες, η συλλογή γόνου στους συλλέκτες ήταν μεγαλύτερη στο μεγαλύτερο βάθος των 8 μέτρων. Ο αριθμός των συνολικά συλλεγμένων ατόμων γόνου στο μεγαλύτερο βάθος, αποτελεί περισσότερο του μισού συνολικού πληθυσμού (56%) και αμέσως μετά ακολουθεί το βάθος των 4 μέτρων με 31% και η επιφάνεια με 13% (Διάγραμμα 5).

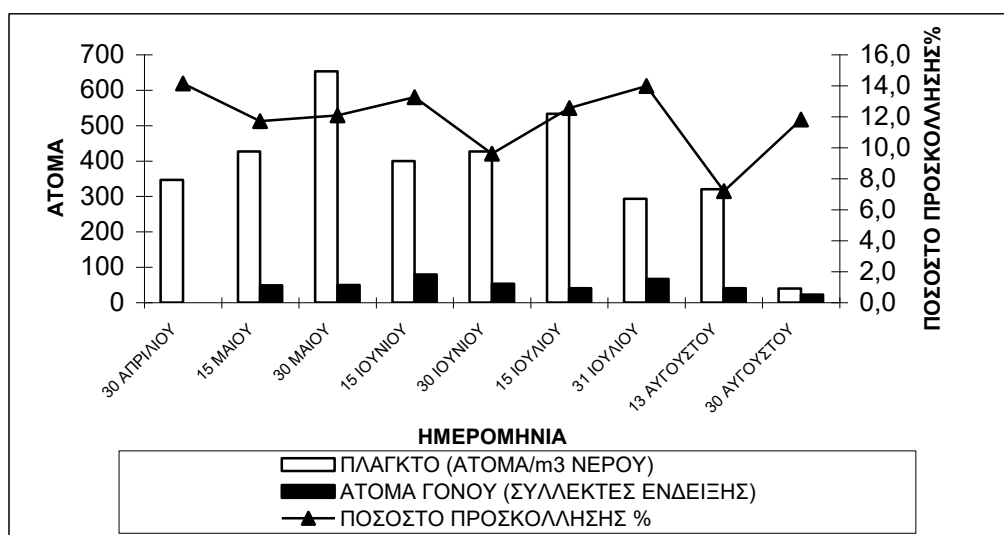


**Διάγραμμα 5.** Ποσοστιαία κατανομή του συνόλου του γόνου στους συλλέκτες ένδειξης.

### 3.3. Σχέση νυμφών και γόνου

Στον Πίνακα V παρουσιάζονται οι τιμές των αποτελεσμάτων της συλλογής του γόνου και των 2 ειδών και οι αντίστοιχες της παρουσίας των νυμφών στο νερό.

Θεωρώντας ότι η τιμή ενός δείγματος συλλογής νυμφών, εμφανίζεται σαν γόνος στους συλλέκτες ένδειξης 15 ημέρες αργότερα, μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι η συγκέντρωση νυμφών στο νερό αντικατοπτρίζεται και στους συλλέκτες οι οποίοι φαίνεται να συγκεντρώνουν μέρος των διαθέσιμων νυμφών και εμφανίζεται στο παρακάτω διάγραμμα ως ποσοστό προσκόλλησης. Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τιμών ( $r=0,87978$ ) (Διάγραμμα 6).



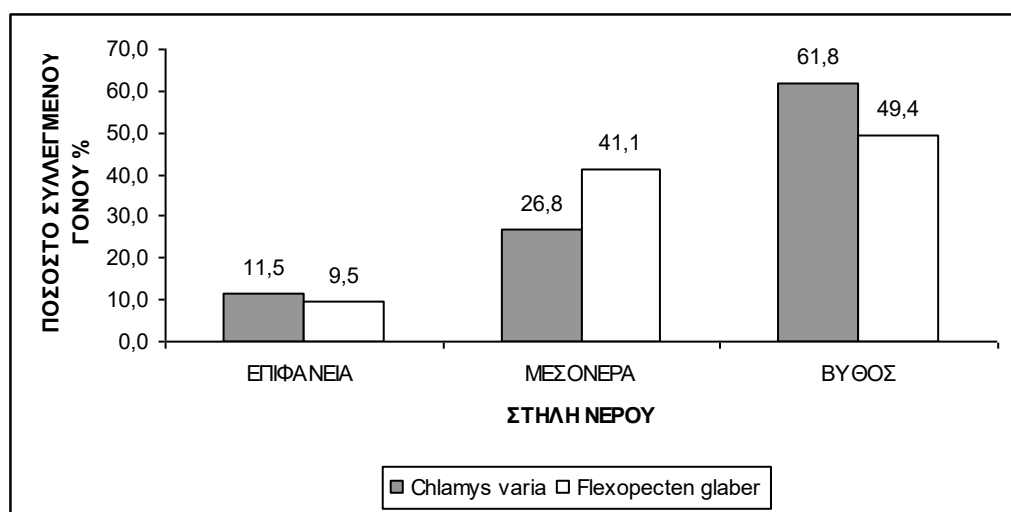
**Διάγραμμα 6.** Ποσοστό προσκόλλησης των νυμφών ως γόνος στους συλλέκτες ένδειξης.

### 3.4. Συλλέκτες μεγάλης διάρκειας

Τα αποτελέσματα της συλλογής στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας και των δύο ειδών παρουσιάζονται στον Πίνακα VI (Παράρτημα).

Και για τα δύο είδη υπάρχει μια βαθμιαία αύξηση στην παρουσία του γόνου καθώς πλησιάζουμε στο βυθό, ενώ, στην επιφάνεια καταγράφηκαν οι μικρότερες τιμές.

Για το *Chlamys varia* το ποσοστό των ατόμων γόνου στο βυθό ξεπερνά το 61%, ενώ για το *Flexopecten glaber*, τα ποσοστά συλλογής γόνου στα μεσόνερα και στο βυθό παρουσιάζουν μικρή απόκλιση (41% και 49% αντίστοιχα), που δείχνει μια διαφοροποίηση στη συμπεριφορά από το *Chlamys varia* (Διάγραμμα 7).



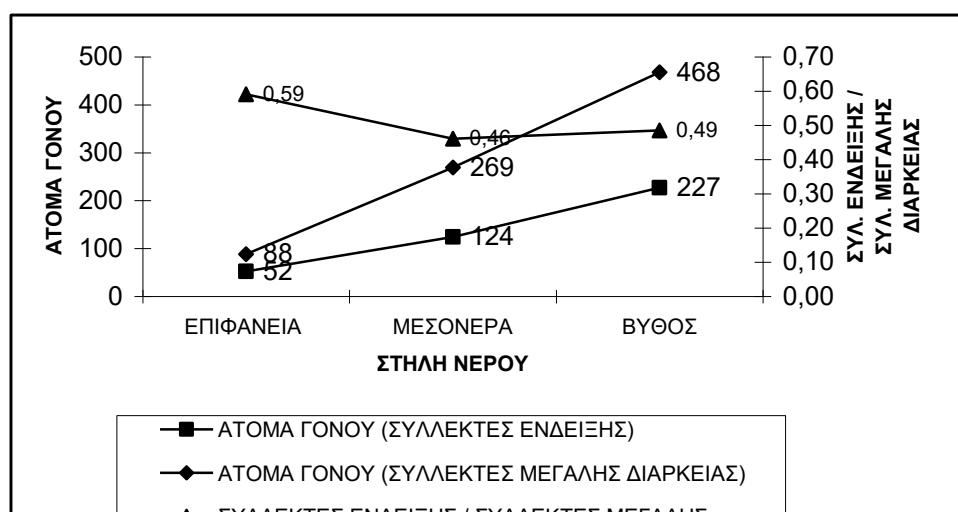
**Διάγραμμα 7.** Ποσοστιαία κατανομή των 2 ειδών χτενιών στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας.

### 3.5. Σχέση συλλεκτών ένδειξης και μεγάλης διάρκειας.

Στον Πίνακα VI (Παράρτημα) παρουσιάζονται οι τιμές των συνολικά συλλεγμένων ατόμων γόνου, ενώ στο διάγραμμα 8 εμφανίζονται οι

παραπλήσιες γραμμικές αυξήσεις στη συλλογή και στους δύο τύπους συλλεκτών.

Ο λόγος προσκολλημένος γόνος στους συλλέκτες ένδειξης / προσκολλημένο γόνο στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας, δείχνει ότι σε κάθε βάθος, ο αριθμός των συλλεγμένων ατόμων χτενιών στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας είναι περίπου διπλάσιος αυτών που μετρήθηκαν στους συλλέκτες ένδειξης. Ο έλεγχος συσχέτισης έδειξε μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των δύο συλλογών ( $r=0,99722$ ) (Διάγραμμα 8).



**Διάγραμμα 8.** Αποτελέσματα συλλογής γόνου στους 2 τύπους συλλεκτών και σχέση μεταξύ τους.

### 3.6. Διαλογή μεγεθών.

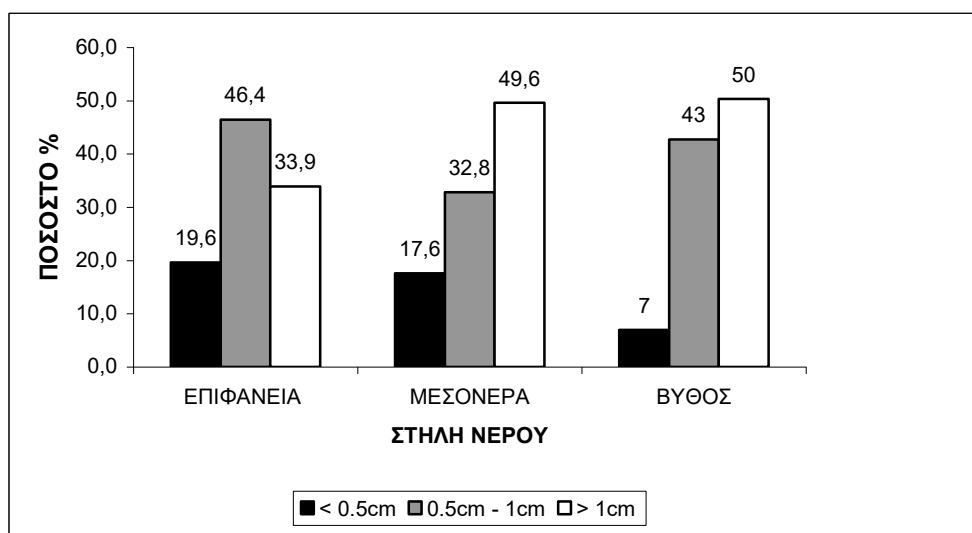
#### *Chlamys varia*.

Η διαλογή σε τρία μεγέθη του είδους *Chlamys varia* παρουσιάζονται στον Πίνακα VII (Παράρτημα).

Έπειτα από στατιστικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του  $\chi^2$  (παρατηρηθείσα τιμή =18,557, αναμενόμενη τιμή =9,488, πιθανότητα

σφάλματος =0,001) φάνηκε ότι υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ του βάθους και του μεγέθους των ατόμων γόνου.

Οι τιμές διαφοροποιούνται σε κάθε βάθος. Στην επιφάνεια ο μεγαλύτερος πληθυσμός αποτελείται από άτομα μεσαίου μεγέθους. Στα μεσόνερα τα περισσότερα άτομα είναι μεγάλου μεγέθους και αποτελούν το 50% των συνολικά συλλεγμένων σε αυτό το βάθος, ενώ στο βυθό, ποσοστό 93% του πληθυσμού απαρτίζεται από άτομα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους με 43% και 50% αντίστοιχα. Υπάρχει μία τάση αύξησης του μεγέθους του σώματος καθώς πλησιάζουμε στο βυθό (Διάγραμμα 9).



**Διάγραμμα 10.** Διαλογή μεγεθών του γόνου *C. varia* σε τρία μεγέθη σε κάθε βάθος συλλογής.

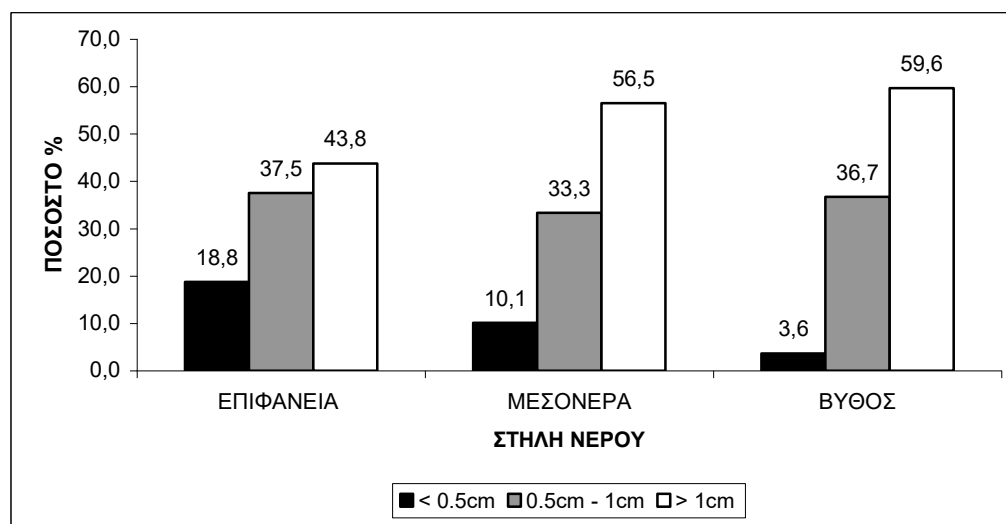
### ***Flexopecten glaber***

Η διαλογή των συλλεγμένων ατόμων του είδους παρουσιάζεται στον Πίνακα VIII (Παράρτημα).

Έπειτα από στατιστικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του  $\chi^2$  (παρατηρηθείσα τιμή =11,183, αναμενόμενη τιμή =9,488, πιθανότητα

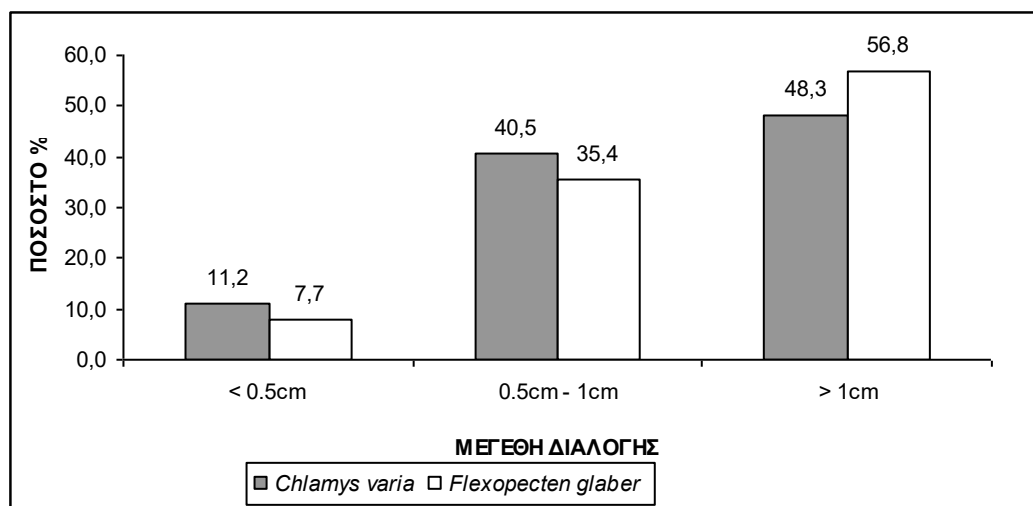
σφάλματος =0,025) φάνηκε ότι αντίστοιχα με το *varia* και στο *glaber* υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ του βάθους και του μεγέθους των ατόμων γόνου του.

Στην επιφάνεια, τα περισσότερα συλλεγμένα άτομα ανήκουν στα μεγάλα μεγέθη με ποσοστό που φτάνει το 44%. Στα μεσόνερα, υπάρχει σαφώς μια μεγαλύτερη διαφοροποίηση μεταξύ των ποσοστών σε κάθε τάξη μεγέθους, με το μεγαλύτερο μέγεθος να φτάνει σε ποσοστό το 56,5%, ενώ, στο βυθό, ελαχιστοποιείται το ποσοστό των μικρού μεγέθους ατόμων (Διάγραμμα 10).



**Διάγραμμα 10.** Διαλογή μεγεθών του γόνου *F. glaber* σε τρία μεγέθη σε κάθε βάθος συλλογής.

Στην ομαδοποίηση των ατόμων του κάθε είδους ως προς το μέγεθος, φαίνεται ότι, στο *varia* τα ποσοστά των ατόμων μεσαίου και μεγάλου μεγέθους είναι πιο κοντά μεταξύ τους με 40% και 48%, αντίστοιχα, ενώ, στο *glaber* το ποσοστό των ατόμων μεγάλου μεγέθους (57%) είναι αρκετά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των μεσαίου (35%) (Διάγραμμα 11).



**Διάγραμμα 11.** Ποσοστιαία κατανομή μεγεθών των 2 ειδών.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα του πειράματος κατέδειξαν το τέλος της άνοιξης και το καλοκαίρι σαν κατάλληλη περίοδο στην οποία κανείς μπορεί να εξασφαλίσει ποσότητα γόνου των 2 ειδών χτενιών. Οι νύμφες είναι παρούσες σαν μέρος του πλαγκτού και το κατάλληλο βάθος και εποχή τοποθέτησης συλλεκτών μπορούν να αποφέρουν ικανοποιητικές συλλογές γόνου. Ο Αμβρακικός κόλπος αποτελεί παραδοσιακά αλιευτικό πεδίο χτενιών και η συνέχιση και βελτίωση έρευνας τέτοιου τύπου ίσως να συμβάλλει στην διαχείριση της αλιευτικής δραστηριότητας του κόλπου και να οδηγήσει σε μεγαλύτερες παραγωγές.

#### **4.1. Νύμφες**

Η δειγματοληψία για νύμφες χτενιών είναι σχετικά εύκολη και ένας απλός τρόπος για να εκτιμήσει κανείς την παρουσία γόνου σε μια περιοχή. Ο προσδιορισμός των νυμφών των χτενιών επιτυγχάνεται έπειτα από την απόκτηση εμπειρίας από τον έλεγχο των πλαγκτονικών οργανισμών και με τη βοήθεια της διαθέσιμης βιβλιογραφίας (Slater, 1979b, 2005a).

Στην αρχή της προσπάθειας δειγματοληψίας στο τέλος Απριλίου καταγράφηκε η παρουσία σχετικά μεγάλου αριθμού νυμφών, κάτι που ίσως σημαίνει ότι η αναπαραγωγική περίοδος είχε ξεκινήσει νωρίτερα. Φαίνεται ότι, ξεκινώντας κανείς την απλή διαδικασία συλλογής πλαγκτού σε σταθερή βάση, αρχίζοντας μάλλον όταν η θερμοκρασία της θάλασσας ανεβαίνει στους 17°C μπορεί εύκολα να προσδιορίσει τις κορυφώσεις της παρουσίας νυμφών σε

μια περιοχή και την μετέπειτα προσκόλληση του γόνου που ακολουθεί 10 με 15 ημέρες μετά όπως διαπιστώθηκε στη διάρκεια του πειράματος και αναφέρεται και από τους Slater (1980), Cogswell (2006), Aldred *et al.* (2004).

Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο, έξοδα και εργασία που σχετίζονται με την έγκαιρη τοποθέτηση συλλεκτών και την αποφυγή επιβιωτών στους συλλέκτες. Η σωστή τοποθέτηση προσφέρει την δυνατότητα, καλύτερης αξιοποίησης των συλλεκτών, της έγκαιρης συλλογής του γόνου και μεταφοράς του στον εξοπλισμό εκτροφής (Maguire & Burnell, 1999; Slater, 2006).

Σε αντίστοιχο πείραμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και έλεγχος του βαθμού ωριμότητας των γονάδων ενήλικων ατόμων, ώστε να παρέχει μια ένδειξη του χρονικού διαστήματος που μπορούν να είναι παρούσες οι νύμφες στο νερό, όμως ο έλεγχος για νύμφες είναι αυτός που μπορεί να παρέχει την επιβεβαίωση ότι η ωοτοκία έχει εμφανιστεί και ότι οι νύμφες των χτενιών έχουν μεταμορφωθεί και αναπτύσσονται κανονικά.

Η παρουσία των νυμφών είναι διαρκής στο χρονικό διάστημα του πειράματος, όμως, δεν είναι δυνατό να καθοριστεί αν και σε ποιο βαθμό η θερμοκρασία επιδρά σε αυτό. Το τέλος Αυγούστου σημαίνει και το τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου. Παρουσιάστηκαν δύο κορυφώσεις στην συλλογή νυμφών οι οποίες απαιτούν περισσότερη έρευνα για την βεβαίωση της ύπαρξής τους ετήσια.

Παρόλα αυτά, θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη του ότι, για να εκτιμηθεί η διασπορά των νυμφών των χτενιών, το πλαγκτονόδιχτο χρησιμοποιήθηκε σε κάθετη έλξη από 10 m βάθος. Αν και μεταξύ των έλξεων, μπορεί να υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στους αριθμούς των

συλλεγμένων νυμφών (Slater, 2006), μια τέτοια προσπάθεια επιτρέπει την γρήγορη εξέταση όλων των δειγμάτων και την εγκατάσταση των συλλεκτών την επόμενη ημέρα στην περιοχή που παρουσιάζεται η υψηλότερη νυμφική αφθονία.

Σε μια παραπλήσια εργασία για τον καθορισμό την παρουσίας γόνου σε δύο περιοχές στον κόλπο Bally Hork και βόρεια του νησιού Croaghan στις ΗΠΑ (Slater, 2006) η συλλογή πλαγκτού με τη χρήση πλαγκτονόδικτου κρίθηκε ικανή να προσδιορίσει την διασπορά νυμφών και τις ποσοτικές διαφοροποιήσεις στην παρουσία στο νερό.

#### **4.2. Συλλέκτες ένδειξης**

Οι συλλέκτες ένδειξης που βυθίστηκαν για χρονικά διαστήματα 15 ημερών σ' όλη την περίοδο του πειράματος από τον Μάιο μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2007, συνέλεξαν συνεχώς νεαρό γόνο χτενιών. Τόσο για το *varia*, όσο και για το *glaber*, τα αποτελέσματα δείχνουν μεγαλύτερο ποσοστό προσκόλλησης στους συλλέκτες όσο πλησιάζουμε στο βυθό. Οι περισσότερες μελέτες αναφέρουν τη μέγιστη συλλογή γόνου χτενιών πλησιέστερα στο βυθό (Buestel *et al.*, 1976; Ventilla, 1977a; Slater, 1978, 1979, 1980; Brand *et al.*, 1980; Thouzeau, 1991) ή στα μεσόνερα (Burnell *et al.*, 1991; Maguire & Burnell, 1999), γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας (56% στο σύνολο για το βυθό και 31% για τα μεσόνερα).

Και τα δύο είδη εμφάνισαν κορυφώσεις στην παρουσία τους, μια κύρια κορύφωση που εμφανίζεται στα μέσα Ιουνίου για το *glaber*, και δύο κορυφώσεις για το *varia*, μια κύρια στα μέσα Ιουνίου και μια δευτερεύουσα

στο τέλος Ιουλίου, οι οποίες καταγράφηκαν στους συλλέκτες. Η σπουδαιότητα της τοποθέτησης συλλεκτών την εποχή της μέγιστης παρουσίας νυμφών στο νερό αναφέρεται και σε άλλα παραπλήσια πειράματα (Mason, 1969; Minchin, 1981, 1983; Brand *et al.*, 1980; Cashmore *et al.*, 1998; McDonough, 1998; Maguire & Burnell, 1999).

Οι διαφοροποιήσεις στις τιμές των αποτελεσμάτων των δειγματοληψιών νυμφών στο νερό και συλλεγμένων ατόμων γόνου στους συλλέκτες ένδειξης δείχνουν σημαντική συσχέτιση μεταξύ τους.

Διαφοροποιήσεις στην παρουσία νυμφών στο νερό και προσκόλλησης του γόνου στους συλλέκτες αναφέρονται και στο Ιαπωνικό χτένι, *P. yessoensis* στον κόλπο Mutsu (Kanno, 1970; Ito, 1977).

Μια παρόμοια μελέτη στην κατανομή των νυμφών του χτενιού *Patinopecten yessoensis* στον κόλπο Mutsu, στην Ιαπωνία, ανέφερε ότι μετά από την αρχική διασπορά σε όλες τις περιοχές, οι νύμφες συσσωρεύονταν στο ανατολικό μέρος του κόλπου όπου η προσκόλληση του γόνου ήταν η υψηλότερη (Ito *et al.*, 1975). Αλλαγές στη διασπορά των νυμφών καθώς οι νύμφες αυξάνονταν σε μέγεθος αποδόθηκαν στα περιφερειακά υδάτινα ρεύματα (Ventilla, 1980).

Οι συλλέκτες ένδειξης δεν έχουν κανέναν ρόλο στην πρόβλεψη του χρόνου προσκόλλησης του γόνου, επειδή τα αποτελέσματά τους είναι διαθέσιμα μόνο μετά την διαδικασία προσκόλλησης. Εντούτοις, μπορούν να είναι πολύ σημαντικοί ως εργαλείο για την επιλογή περιοχών, για την έρευνα των βέλτιστων βαθών προσκόλλησης του γόνου ή την παροχή μιας πρόωρης ένδειξης της έντασης προσκόλλησης, ως μέσο υπολογισμού των απαιτήσεων σε εξοπλισμό για την ενδιάμεση εκτροφή.

### 4.3. Συλλέκτες μεγάλης διάρκειας

Τα αποτελέσματα στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας μπορούν να δώσουν μια εικόνα για την αποδοτικότητα των συλλεκτών σε σχέση με το βάθος εγκατάστασης. Οι ποσότητες νυμφών και γόνου που βρέθηκαν και συλλέχθηκαν, σε όλες τις περιπτώσεις, είναι κατά πολύ λιγότερες από αυτές που αναφέρονται βιβλιογραφικά ως ικανοποιητικές στην Ιαπωνία, Η.Π.Α., Μ. Βρετανία και αλλού (Buestel *et al.*, 1976; Pickett, 1977; Ventilla, 1977a; Mason & Drinkwaater, 1978; Brand *et al.*, 1980; Roman *et al.*, 1985).

Το βάθος εγκατάστασης των συλλεκτών επηρεάζει την προσκόλληση του γόνου των χτενιών. Μπορεί όμως να επηρεάσει και την επιβίωση του συλλεγμένου γόνου. Αν και κατά την διάρκεια του πειράματος η θνησιμότητα του γόνου στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας ήταν ελάχιστη (Πίνακας Χ) (Παράρτημα), εντούτοις η επιβάρυνση των συλλεκτών από την προσκόλληση επιβιωτών ήταν σημαντική και αρκετά μεγαλύτερη με την αύξηση του βάθους εγκατάστασης. Αυτό πιθανά να είναι σημαντικό πρόβλημα όταν κάτι τέτοιο γίνει σε εμπορική κλίμακα τόσο για την επιβίωση και την αύξηση των ατόμων, όσο και την συνολική διαχείριση των συλλεκτών. Σε παρόμοιες έρευνες (Maguire, 1999; Brand *et al.*, 1980; Thouzeau, 1991) αναφέρεται η σημασία της δομής των συλλεκτών στην τελική απόδοση.

Ενώ, στο *Flexopecten glaber* τα ποσοστά των συλλεγμένων ατόμων στα μεσόνερα και στο βυθό είναι παραπλήσια (41% και 49%), το μεγαλύτερο ποσοστό των συλλεγμένων ατόμων του *Chlamys varia* καταγράφηκε στο

μεγαλύτερο βάθος (62%). Αυτή η διαφοροποίηση στην προτίμηση του βάθους πιθανόν να έχει σχέση και με τις συνήθειες του είδους όπως αναφέρεται από τον Roman (2005).

Τόσο στο *Chlamys varia* όσο και στο *Flexopecten glaber*, με αυτή την διαδικασία, δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την χρονική στιγμή της παρουσίας τους ή για τον ρυθμό ανάπτυξης του γόνου. Προφανώς, οι διαφοροποιήσεις στα μεγέθη για κάθε είδος ξεχωριστά αλλά και μεταξύ τους οφείλονται τόσο στην διαφορετική χρονική στιγμή της προσκόλλησής τους όσο και στον έντονα διαφορετικό ρυθμό ανάπτυξης που παρουσιάζουν τα χτένια ατομικά.

Υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ των ατόμων γόνου που προσκολλούνται στους συλλέκτες ένδειξης και των ατόμων γόνου που προσκολλήθηκαν στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή τη συσχέτιση μπορούμε να έχουμε μέσω του ελέγχου των συλλεκτών ένδειξης ένα ακριβή προσδιορισμό της τελικής συγκομιδής γόνου που αναμένουμε όταν υλοποιούμε ένα πρόγραμμα συλλογής γόνου. Το πόσο ακριβής μπορεί να είναι και αν ισχύει σε περισσότερες από μια αναπαραγωγικές περιόδους μια τέτοια υπόθεση απαιτεί περαιτέρω έρευνα, αποτελεί όμως ένα πρώτο βήμα στην έρευνα της διαδικασίας συλλογής του γόνου.

#### **4.4. Συμπεράσματα**

Συνοψίζοντας, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι, στον Αμβρακικό Κόλπο είναι βεβαιωμένη η παρουσία των δύο ειδών χτενιών κατά το χρόνο

πραγματοποίησης του πειράματος. Τα πειραματικά αποτελέσματα για αυτό το χρονικό διάστημα κατέδειξαν την ύπαρξη αναπαραγωγικής περιόδου για τα δύο είδη στον Αμβρακικό κόλπο που φαίνεται να ξεκινά πριν τον Μάιο, με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και διαρκεί μέχρι το τέλος Αυγούστου με κυρίαρχη τη μέγιστη εμφάνιση του Ιουνίου έναντι άλλων κορυφώσεων στη διαδικασία προσκόλλησης

Δημιουργώντας μια μεθοδολογία ελέγχου της παρουσίας του γόνου, είναι δυνατό να προσδιοριστεί σε μεγάλο βαθμό η καταλληλότερη εποχή τοποθέτησης συλλεκτών στο νερό.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης των νυμφών στο νερό και της προσκόλλησης του γόνου στους συλλέκτες ένδειξης και μεγάλης διάρκειας σχετίζονται μεταξύ τους και αποτελούν το πρώτο βήμα για περαιτέρω έρευνα στην συλλογή του γόνου.

Αν και η παρουσία γόνου χτενιών παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των ετών παγκόσμια, τα αποτελέσματα της συλλογής στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας προσφέρουν πληροφορίες για την αποδοτικότητα των συγκεκριμένων συλλεκτών και κατ'επέκταση τον υπολογισμό των αναγκών για την πραγματοποίηση συλλογής σε μαζική κλίμακα.

Η δομή και το μέγεθος των συλλεκτών, καθώς και το βέλτιστο βάθος εγκατάστασης, σε σχέση, με την αποδοτικότητα στην συλλογή και την διαχείριση τους κυρίως λόγω επιβιωτών, απαιτούν περαιτέρω έρευνα.

Είναι πιθανό αναπαραγωγική περίοδος να υφίσταται και σε άλλες εποχές του έτους, δεδομένου ότι, όπως αναφέρεται και από τους Pefia *et al.*

(1994), στην Μεσόγειο αυτά τα είδη έχουν όλο το χρόνο παρουσία, κάνοντας έτσι διαθέσιμη για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα την ποσότητα γόνου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- Aldred J., Ciccone T., Hassler C., Dornhofer Th., 2004. A plan to entrap Bay scallop spat subject to evacuation from prime rearing sites with the emphasis on optimizing collection timing and location and a goal of reintroduction to natural nursery areas. *East Hampton Town Shellfish Hatchery. Final report*. New York.
- Ambrose, W.G., Peterson, C.H., Summerson, H.C., Lin, J., 1992. Experimental tests of factors affecting recruitment of bay scallop *Argopecten irradians* to spat collector. *Aquaculture* 108, 67–86.
- Andersen S, Burnell G, Bergh O., 2000. Flow-through systems for culturing great scallop larvae. *Aquaculture International* 8:2–3249–257.
- Ansell A.D, Dao J.C, Mason J., 1991. Development in aquaculture and fisheries science. In Shumway S.E (Ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture* (Elsevier, New York) pp. 853–859 1095 pp.
- Bacon, G.S., MacDonald, B.A., & Ward, J.E. 1998. Physiological responses of infaunal (*Mya arenaria*) and epifaunal (*Placopecten magellanicus*) bivalves to variations in the concentration and quality of suspended particles I. Feeding activity and selection. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 219:105-125.



- Barber B.J, Getchell R, Shumway S, Schick D., 1988. Reduced fecundity in a deep-water population of the giant scallop *Placopecten magellanicus* in the Gulf of Maine, USA. *Marine Ecology Progress Series* 42:207–212.
- Barker Jørgensen, C. 1990. Bivalve filter feeding: Hydrodynamics, bioenergetics, physiology and ecology. *Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark*, 140 pp.
- Bayne, B.L. (ed.) 1976. Marine mussels: their ecology and physiology. *Cambridge University Press*, 506 pp.
- Bayne, B.L. 1998. The physiology of suspension feeding by bivalve molluscs: an introduction to the Plymouth “TROPHEE” workshop. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 219:1-19.
- Beaumont A and Budd M., 1983. Effects of self-fertilization and other factors on the early development of scallop *Pecten maximus*. *Marine Biology* 76:285–289.
- Beaumont A.R, Tserpes G, Budd M.D., 1987. Some effects of copper on the veliger larvae of the mussel *Mytilus edulis* and the scallop *Pecten maximus* (Mollusca Bivalvia). *Marine Environmental Research* 21:299–309.
- Beiras R and His E., 1995. Effects of dissolved mercury on embryogenesis, survival and growth of *Mytilus galloprovincialis* mussel larvae. *Marine Ecology Progress Series* 126:185–189.
- Beninger, P.G. & Le Pennec, M. 1991. Functional anatomy of scallops. In: Shumway, S.E. (ed). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 133-223.
- Beninger, P.G., Decottignies, P. & Rincé, Y. 2004. Localization of qualitative particle selection sites in the heterorhabdic filibranch *Pecten maximus* (Bivalvia: Pectinidae). *Marine Ecology Progress Series* 275:163-173.

- Beninger, P.G., Dwiono, S.A.P. & Le Pennec, M. 1994. Early development of the gill and implications for feeding in *Pecten maximus* (Bivalvia: Pectinidae). *Marine Biology* 119:405-412.
- Blanco-Pérez J., 2001. Episodos nocivos for fitoplancton. In Maeda-Martinez A.N (Ed.). Los Moluscos Pectinidos de Iberoamérica: *Ciencia y Acuicultura* (Limusa, Noriega Editores, México) pp. 285–324 501 pp.
- Boucher J and Dao J.C., 1990. Recrutement et forçage du recrutement de la coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*). In Troadec J.P (Ed.). *L'homme et les Ressources Halieutiques* (Editions IFREMER, Brest) pp. 313–354.
- Brand, A.R. 1991. Scallop ecology: distribution and behaviour. In: Shumway, S.E. (ed). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 517-584.
- Brand, A.R., Paul, J.D., Hoogesteger, J.N., 1980. Spat settlement of the scallops *Chlamys opercularis* \_L..and *Pecten maximus* \_L.. on artificial collectors. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 60, 379–390.
- Bricelj, V.M. & Shumway, S. 1991. Energy acquisition and utilization. In: Shumway, S.E. (ed). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 305-346.
- Brillant, M.G.S. & MacDonald, B.A. 2000. Postingestive selection in the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin): the role of particle size and density. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 253:211-227.
- Brillant, M.G.S. & MacDonald, B.A. 2002. Postingestive selection in the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) on the basis of chemical properties of particles. *Marine Biology* 141:457-465.

- Brillant, M.G.S. & MacDonald, B.A. 2003. Postingestive sorting of living and heat killed *Chlorella* within the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 290:81-91.
- Buestel D, Cochard J.C, Dao J.C, Gérard A., 1982. Production artificielle de naissain de coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus* L. Premiers résultats en rade de Brest. *Vie Marine* 4:24–28.
- Buestel, D., J.C. Dao & G. Lemarle. 1976. Collecte de naissain de pectinids en Bretagne. International Council for the Exploration of the Seas. C.M. 43. pp. 13.
- Bull M.F., 1991. Fisheries and Aquaculture. New Zealand. In Shumway S.E (Ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*(Elsevier, New York) pp. 853–859 1095 pp.
- Burnell G. M., 1983. Growth and reproduction of the scallop *Chlamys varia* L. on the west coast of Ireland. *PhD thesis, University College Galway, Ireland*. 295 pp.
- Burnell M. G., and Maguire A. J., 1999. The potential for scallop spat collection in bantry bay, Ireland. *Biology and environment: proceedings of the royal irish academy*, vol. 99b, no. 3, 183–190.
- Burnell, G., M. Barnett, T. O'Carroll & V. Roantree. 1991. Scallop spat collection and ongrowing trials in southwest Ireland. In: P. Lubet, J. Barret & J.C. Dao, editors. *Acres de Colloques*, No. 17. *Presented at the 8th Int. Pectinid Workshop, Cherbourg, France*. May 22 to 29, 1991. pp. 139-145.
- Caddy J., 1979. Long term trends and evidence for production cycles in the Bay of Fundy scallop fishery. *Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 175:97–108.

- Cantillanez M., 2000. Reproduction, vie larvaire et pré-recrutement du pectinidé *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) dans la baie d'Antofogasta (Chili). *PhD thesis, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France*. 167 pp.
- Carriker M.R., 1961. Interrelation of functional morphology, behaviour and autoecology in early stages of bivalve *Mercenaria mercenaria*. *Journal of Elisha Mitchell Scientific Society* 77:168–241.
- Carriker M.R., 1988. Bivalve larval research, in transition: a commentary. *Journal of Shellfish Research* 7:11–6.
- Cashmore D., Learmouth McG M., MacMillan T. J., 1998. Improving the efficiency of wild *Pecten maximus* spat collection: potential effects of spat bag design and of species temporarily settling in spat bags. *Aquaculture* 160: 273-282.
- Casse N., 1995. Élément d'embryologie de *Pecten maximus* L. (Mollusque, Bivalve). *PhD thesis, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France* 109 pp., 32 pl.
- Castagna, M. & Chanley, P. 1973. Salinity tolerance of some marine bivalves from inshore and estuarine environments in Virginia waters on the western mid-Atlantic coast. *Malacologia* 12:47-96.
- Chauvaud L., 1998. La coquille Saint-Jacques en Rade de Brest: un modèle biologique d'étude des réponses de la faune benthique aux fluctuations de l'environnement. *PhD thesis, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France*. 265 pp.
- Chauvaud, L., Thouzeau, G. & Grall, J. 1996. Experimental collection of great scallop postlarvae and other benthic species in the Bay of Brest: settlement patterns in relation to spatio-temporal variability of environmental factors. *Aquaculture International* 4:263-288.

- Chauvaud, L., Thouzeau, G. & Paulet, Y.-M. 1998. Effects of environmental factors on the daily growth rate of *Pecten maximus* juveniles in the Bay of Brest (France). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 227:83-111.
- Chia F.S, Buckland J, Young C.M., 1984. Locomotion of marine invertebrate larvae. *Canadian Journal of Zoology* 62:1205–1222.
- Ciocco N.F and Orensanz J.M., 2001. Depredacion. In Maeda-Martinez A.N (Ed.). Los Moluscos Pectinidos de Iberoamérica: *Ciencia y Acuicultura*(Limusa, Noriega Editores, México) pp. 267–284 501 pp.
- Cochard J. C. and Gérard A., 1987. Production artificielle de naissain de coquille Saint-Jacques *Pecten maximus* (L.) en rade de Brest: analyse des facteurs affectant la croissance larvaire. *Sixth International Pectinid Workshop* 9–14 April 1987 Menai Bridge, Wales 12 pp.
- Cogswell A., Couturier C., Sarkis S., 2006. Reproduction and spawning in calico scallops *Argopecten gibbus* from Vermuda. *Journal of Shellfish Research*.25(2):503-508.
- Comely C.A., 1972. Larval culture of the scallop *Pecten maximus* (L.). *Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l' Exploration de la Mer* 34:3365–378.
- Conan G and Shafee M.S., 1978. Growth and biannual recruitment of the black scallop *Chlamys varia* (L.) in Lanvéoc area, Bay of Brest. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 35:59–71.
- Cragg S.M and Crisp D.J., 1991. The biology of scallop larvae. Development in aquaculture and fisheries science. In Shumway S.E (Ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*(Elsevier, New York) pp. 75–132 1095 pp.

- Cragg S.M., 1980. Swimming behaviour of the larvae of *Pecten maximus* (L.). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 60:551–564.
- Cranford, P.J., 1995. Relationships between food quantity and quality and absorption efficiency in sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 189:123-142.
- Culliney J.L., 1974. Larval development of giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Biological Bulletin* 147:321–322.
- Dadswell M. J., Chandler R. A., Parson G. J., 1987. Spat settlement and early growth of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* in Pallamaquoddy Bay and the Bay of Fundy, Canada. *Sixth International Pectinid Workshop* 9–14 April 1987 Menai Bridge, Wales 11 pp.
- Dakin, W.J. 1909. Pecten. The edible scallop. Liverpool Marine Biology Committee Memoirs No 17. *Proceedings and transactions of the Liverpool Biological Society* 23:333-468 and plate I-IX.
- Davies, G. 1974. A method for monitoring the spatfall of mussels (*Mytilus edulis* [L.]). *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 36(1):24-34.
- Dendrinis P. & Thorpe J.E., 1985. Effects of reduce salinity on growth and body composition in the European bass *Dicentrarchus labrax* (L.). *Aquaculture*, 49: 333-358.
- Desrosiers R.R, Désilets J, Dubé F., 1995. Early developmental events following fertilization in the giant scallop *Placopecten magellanicus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:1382–1392.

- Dickie L.M., 1955. Fluctuation in abundance of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in the Digby area of the Bay of Fundy. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 12:6797–857.
- Dickie, L.M. & Medcof, J.C. 1963. Causes of mass mortalities of scallops (*Placopecten magellanicus*) in the Southwestern Gulf of St. Lawrence. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 20:451-482.
- Dickie, L.M., 1958. Effects of high temperature on survival of the giant scallop. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 15:1189-1211.
- Dufour, S.C. & Beninger, P.G. 2001. A functional interpretation of cilia and mucocyte distributions on the abfrontal surface of bivalve gills. *Marine Biology* 138:295-309.
- Duinker, A., 2002. Processes related to reproduction in great scallops (*Pecten maximus* L.) from Western Norway. Dr. scient. thesis, *University of Bergen, Norway*, 43 pp.
- Dwiono S., 1992. La métamorphose chez *Pecten maximus* (L.) (Mollusque Bivalve). PhD thesis. *Université de Bretagne Occidentale, Brest, France*. 80 pp., 32 pl.
- Fotel F.L, Jensen N.J, Wittrup L, Hansen B.W., 1999. In situ and laboratory growth by a population of blue mussel larvae (*Mytilus edulis* L.) from a Danish embayment, Knebel Vig. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 233:2213–230.
- Freites L, Lodeiros A, Velez A, Bastardo J., 1993. Vibriosis en larvas de la vieira tropical *Euvola (Pecten) zigzag* L. *Caribbean Journal of Science* 29:89–98.
- Frenette, B., Parsons, G.J. & Davidson, L.-A. 2002. Influence of salinity and temperature on clearance rate and oxygen consumption of juvenile sea scal-

lops *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Aquaculture Association of Canada Special Publication Number 5*, pp. 17-19.

Friligos N., E. Balopoulos & R. Psyllidou-Giouravonits, 1997. Eutrophication and hydrography in the Ambrakikos Gulf, Ionian Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, 6:21-26.

Garland E.D and Zimmer C.A., 2002. Techniques for the identification of bivalves larvae. *Marine Ecology Progress Series* 225:299–310.

Gérard A, Salaün M, Tritar S., 1989. Critères de compétence des larves à la métamorphose chez *Pecten maximus*. *Haliotis* 19:373–380.

Golikov A.N and Scarlato O.A., 1970. Abundance, dynamics and production properties of populations of edible bivalves *Mizuhopecten yessoensis* and *Spisula sachalinensis* related to the problem of organization of controllable submarine farms at the western shores of the Sea of Japan. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen (Hamburg)* 20:498–513.

Gosling, E. 2003. Bivalve molluscs. Biology, ecology and culture. *Fishing News Books, Blackwell Publishing, Oxford, UK*, 443 pp.

Gruffydd L.D and Beaumont A., 1970. Determination of the optimum concentration of eggs and spermatozoa for the production of normal larvae in *Pecten maximus* (Mollusca Lammellibranchia). *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen (Hamburg)* 20:486–497.

Gruffydd L.D and Beaumont A., 1972. A method for rearing *Pecten maximus* in the laboratory. *Marine Biology* 15:350–355.

Hancock D.A., 1973. The relationship between stock and recruitment in exploited invertebrates. *Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 164:113–131.



- Harvey M, Bourget E, Miron G., 1993. Settlement of Iceland scallop *Chlamys islandica* spat response to Hydroids and filamentous red algae: field observations and laboratory experiments. *Marine Ecology Progress Series* 99:283–292.
- Harvey, M., Bourget, E., Legault, C., Ingram, R.G., 1995. Short-term variations in settlement and early spat mortality of Iceland scallop, *Chlamys islandica* O.F. Muller.. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 194, 167–187.
- Hawkins, A.J.S., Bayne, B.L., Bougrier, S., Héral, M., Iglesias, J.I.P., Navarro, E., Smith, R.F.M. & Urrutia, M.B., 1998. Some general relationships in comparing the feeding physiology of suspension-feeding bivalve molluscs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 219:87-103.
- Hawkins, A.J.S., Fang, J.G., Pascoe, P.L., Zhang, J.H., Zhang, X.L. & Zhu, M.Y. 2001. Modelling short-term responsive adjustments in particle clearance rate among bivalve suspension-feeders: separate unimodal effects of seston volume and composition in the scallop *Chlamys farreri*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 262:61-73.
- Holmes, S. 1979. Henderson's dictionary of biological terms, *ninth edition*. Longman, London, Great Britain, 510 pp.
- Illanes-Bucher J. E., 1987. Cultivation of the northern scallop of Chile (*Chlamys (Argopecten) purpurata*) in controlled and natural environments. *Sixth International Pectinid Workshop 9–14 April 1987 Menai Bridge, Wales* 8 pp.
- Ito H., 1991. Fisheries and Aquaculture: JAPAN. Development in aquaculture and fisheries science. In Shumway S.E (Ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture* (Elsevier, New York) pp. 1017–1056 1095 pp.

- Jørgensen, C.B. 1996. Bivalve filter feeding revisited. *Marine Ecology Progress Series* 142:287-302.
- Kean-Howie, J.C., O'Dor, R.K. & Scarrat, D.J. 1995. Evolution of feeding strategies throughout the life histories of bivalve molluscs, with emphasis on ontogeny and phylogeny. *ICES Marine Science Symposia* 199:5-12.
- Kinne, O. 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. I. Temperature. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 1:301-340.
- Kinne, O. 1964. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature salinity combinations. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 2:281-339.
- Krauter J.N, Castagna M, Van Dessel R., 1982. Egg size and larval survival of *Mercenaria mercenaria* (L.) and *Argopecten irradians* (Lamarck). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 56:3–8.
- Lafrance, M., Cliche, G., Haugum, G.A. & Guderley, H. 2003. Comparison of cultured and wild sea scallops *Placopecten magellanicus*, using behavioral responses and morphometric and biochemical indices. *Marine Ecology Progress Series* 250:183-195.
- Lambert C, Nicolas J.L, Cilia V, Corre S., 1998. *Vibrio pectenecida* sp. nov. A pathogen of scallop (*Pecten maximus*) larvae. *International Journal of Systematic Bacteriology* 48:481–487.
- Lambert C., 1998. Etude des infections à vibronaceae chez les mollusques bivalves, à partir d'un modèle de larves de *Pecten maximus*. PhD Thesis. *Université de Bretagne Occidentale, Brest*. 181 pp.

- Langthon R.W, Robinson W.E, Schick D., 1987. Fecundity and reproductive effort of sea scallop *Placopecten magellanicus* from the gulf of Maine. *Marine Ecology Progress Series* 37:19–25.
- Le Pennec M and Rangel-Davalos C., 1985. Observations by epifluorescence microscopy of ingestion and digestion of unicellular algae by young larvae of *Pecten maximus* Pectinidae Bivalvia. *Aquaculture* 47:39–52.
- Le Pennec M, Robert R, Avendaño M., 1998. The importance of gonadal development on larval production in pectinids. *Journal of Shellfish Research* 17:97–101.
- Le Pennec M. (1974) Morphogenèse de la coquille de *Pecten maximus* (L.) élevé au laboratoire. *Cahiers de Biologie Marine* 15:475–482.
- Le Pennec M., 1997. Les écloséries de mollusques bivalves: mode d'emploi. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 97-3:31–37.
- Le Pennec, M., Paugam, A. & Le Pennec, G. 2003. The pelagic life of the *Pecten maximus* – a review. *ICES Journal of Marine Science* 60:211-223.
- Leibovitz L., 1989. Chlamydiosis: a newly reported disease of larval and post-metamorphic bay scallops, *Argopecten irradians*. *Journal of Fish Disease* 12:125–136.
- Levinton, J.S., Ward, J.E. & Thompson, R.J. 1996. Biodynamics of particle processing in bivalve molluscs: models, data, and future directions. *Invertebrate Biology* 115:232-242.
- Liao C and Li Y., 1980. Influence of Sheng-Li crude oil on early development of scallop *Chlamys farreri* (Jones et Prestois). *Journal of Shandong College of Ocean* 10:52–59.

- Lodeiros, C., Maeda-Martínez, L.F., Freitas, L., Uribe, E., Lluch-Cota, D.B. & Sicard, M.T. 2001. Ecofisiología de pectínidos Iberoamericanos. In: A.N. Maeda-Martínez (ed.). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: *ciencia y acuicultura*, Editorial Limusa, México, pp. 77-88.
- Loosanoff V.L and Davis H.C., 1963. Rearing of bivalve mollusks. In Russell F.S (Ed.). *Advances in Marine Biology*(Academic Press, London/New York) 136 pp.
- Lu, Y.T., Blake, N.J. & Torres, J.J. 1999a. Oxygen consumption and ammonia excretion of larvae and juveniles of the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Journal of Shellfish Research* 18:419-423.
- Lubet P, Besnard J.Y, Faveris R, Robbins I., 1987. Physiologie de la reproduction de la coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus* L.). *Océanis* 3:13265–290.
- Lucas A, Chebab-Chalabi L, Aldana-Aranda D., 1986. Passage de l'endotrophie à l'exotrophie chez les larves de *Mytilus edulis*. *Oceanologica Acta* 9:1191–196.
- MacDonald, B.A., Bacon, G.S. & Ward, J.E. 1998. Physiological responses of infaunal (*Mya arenaria*) and epifaunal (*Placopecten magellanicus*) bivalves to variations in the concentration and quality of suspended particles II. Absorption efficiency and scope for growth. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 219:127-141.
- Manahan D.T and Crisp D.J., 1983. Autoradiographic studies on the uptake of dissolved amino acids from sea water by bivalve larvae. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 63:673–682.
- Maru K., 1976. Studies on the reproduction of a scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay). 1. Reproductive cycle of the cultured scallop. *Scientific Report of the Hokkaido Fisheries Experimental Station* 18:9–25.

- Mason, J. & J. Drinkwater. 1978. The settlement and early growth of the scallop, *Pecten maximus* (L.) and the queen, *Chlamys opercularis* (L.) in Scottish waters. *2nd Pectinid Workshop, Brest, France. May 8-13, 1978.*
- Mason, J. 1958. The breeding of the scallop, *Pecten maximus* (L.), in Manx waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 37:653-671.
- Mason, J. 1969. The growth of spat of *Pecten maximus* (L.). *International Council for the Exploration of the Sea. C.M. 1969/K:32.*
- Mestre S., 1992. Ciclo gametogénético y de almacenamiento de reservas en una población natural de *Pecten jacobaeus* (L.) (Bivalvia: Pectinidae) en las costas de Castellón. PhD thesis, *Universidad de Valencia, España.* 411 pp.
- Mileikovsky S.A., 1971. Types of larval development in marine bottom invertebrates, their distribution and ecological significance: a re-evaluation. *Marine Biology* 10:193–213.
- Mileikovsky S.A., 1974. On predation of pelagic larvae and early juveniles of bottom invertebrates by adult benthic invertebrates and their passing alive through their predators. *Marine Biology* 26:303–311.
- Milke, L.M. & Ward, J.E. 2003. Influence of diet on pre-ingestive particle processing in 51 bivalves II. Residence time in the pallial cavity and handling time on the labial palps. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 293:151-172.
- Minchin D, Duggan C.B, King W., 1987. Possible effect of organotins on scallop recruitment. *Marine Pollution Bulletin* 18:604–608.

- Minchin D., 1985. Possible effects of an intense algal bloom of *Gyrodinium aureolum* on a year class of scallops (*Pecten maximus*). *Fifth International Pectinid Workshop* 6–10 May 1985 La Coruña, Spain 14 pp.
- Minchin, D. 1981. The scallop *Pecten maximus* (L.) in Mulroy Bay. *Irish Fisheries Research Report*. 1:1-21.
- Minchin, D. 1983. The scallop *Pecten maximus* (L.) in Mulroy Bay--Part 2. *Presented at the 4th International Pectinid Workshop, Aberdeen*. May 10-13, 1983.
- Minchin, D., 1992. Biological observations on young scallops, *Pecten maximus*, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 72:807-819.
- Minchin, D., 2003. Introductions: some biological and ecological characteristics of scallops. *Aquatic Living Resources* 16:521-532.
- Moyer M. A. and Blake N. J., 1986. Fluctuations in calico production (*Argopecten gibbus*). *Proceedings of the 11th Annual Tropical and Subtropical Fisheries Conference of the Americas* Texas Agricultural Extension Service, Texas A & M University pp. 45–58.
- Naidu K.S., 1991. Development in aquaculture and fisheries science. In Shumway S.E (Ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture* (Elsevier, New York) pp. 861–898 1095 pp.
- Naidu, K. S., Cahill, F. M., Lewis, D. B., 1981. Relative efficacy of two artificial substrates in the collection of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) spat. *J. Wild Maricul. Soc.* 12: 165-171
- Navarte M.A, Félix-Pico E, Ysla-Chee L., 2001. Asentamiento larvario de Pectinidos, en colectores artificiales. In Maeda-Martinez A.N (Ed.). *Los Moluscos Pectini-*

dos de Iberoamérica: *Ciencia y Acuicultura*(Limusa, Noriega Editores, México) pp. 173–192 501 pp.

Nicolas L, Robert R, Chevolot L., 1998. Comparative effect of inducers on metamorphosis of the Japanese oyster *Crassostrea gigas* and the great scallop *Pecten maximus*. *Biofouling* 12:1–3189–203.

Nicolas L., 1999. Etude sur la métamorphose et le développement post-larvaire de la coquille St-Jacques, *Pecten maximus*, en éclosion. PhD thesis, *Université de Bretagne Occidentale, Brest, France*. 224 pp.

O'Connor, W.A. & Heasman, M.P., 1998. Ontogenetic changes in salinity and temperature tolerance in the doughboy scallop, *Mimachlamys asperima*. *Journal of Shellfish Research* 17:89-95.

Oakley, J.A., 2007. *Chlamys varia*. Variegated scallop. *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme [on-line]*. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 26/03/2008].

Orensanz J.M., 1986. Size, environment, and density: the regulation of a scallop stock and its management implications. *Canadian Special Publication of the Fisheries Aquatic Sciences* 92:195–227.

Orensanz, J. M., Parma, A. M., Iribarne, O. O., 1991. Population dynamics and management of natural stocks. In: Shumway, S. E. (ed.) *Scallops. biology, ecology and aquaculture*. Elsevier, New York, pp. 625-689

Panayotidis P., Pancucci M.A., Balopoulos E. & Gotsi-Skreta O., 1993. Plankton distribution patterns in a Mediterranean dilution basin : Ambrakikos Gulf (Ionian Sea, Greece). *Marine ecology*, 15(2):93-104.

- Paul, J.D. 1980a. Upper temperature tolerance and the effects of temperature on byssus attachment in the Queen scallop, *Chlamys opercularis* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 46:41-50.
- Paulet Y.M, Bekhadra F, Devauchelle N, Donval A, Dorange G., 1997. Cycles saisonniers, reproduction et qualité des ovocytes chez *Pecten maximus* en rade de Brest. *Annales de l'Institut Océanographique, Paris* 73:1101–112.
- Paulet Y.M, Dorange G, Cochard J.C, Le Pennec M., 1992. Reproduction et recrutement chez *Pecten maximus* L. *Annales de l'Institut Océanographique, Paris* 68:1–245–64.
- Paulet Y.M, Lucas A, Gérard A., 1988. Reproduction and larval development in two *Pecten maximus* L. from Brittany. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 119:145–156.
- Pazos, A.J., Román, G., Acosta, C.P., Abad, M. & Sánchez, J.L. 1997. Seasonal changes in condition and biochemical composition of the scallop *Pecten maximus* L. from suspended culture in the Ria de Arousa (Galicia, N.W. Spain) in relation to environmental conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 211:169-193.
- Pearce, C.M., Bourget, E., 1996. Settlement of larvae of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* Gmel., on various artificial and natural substrata under hatchery-type conditions. *Aquaculture* 141, 201–221.
- Pena, J.B. 2001. Taxonomía, morfología, distribución y hábitat de los pectínidos Iberoamericanos. In: A.N. Maeda-Martínez (ed.). *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura*, Editorial Limusa, México, pp. 1-25.



- Pena, J.B., Canales, J., Adsuaara, J.M., Sos, M.A., 1996. Study of seasonal settlements of five scallop species in the Western Mediterranean. *Aquacult. Int.* 4, 253–261.
- Pena, J.B., Mestre, S. and Farias, A., 1995. Pectinid settlement on artificial collectors in Castellon, East Spain, in 1990. *IFREMER, Actes de Colloques*, 17, 111-114.
- Pouliot, F., Bourget, E., Frechette, M., 1995. Optimising the design of giant scallop \_ *Placopecten magellanicus*. spat collectors: *field experiments*. *Mar. Biol.* 123, 277–284.
- Prieur D., 1981. Experimental studies of trophic relationships between marine bacteria and bivalve molluscs. *Kieler Meeresforschung* 5:376–383.
- Reid, R.G.B., McMahon, R.F., Ó Foighil, D. & Finnigan, R. 1992. Anterior inhalant currents and pedal feeding in bivalves. *The Veliger* 35:93-104.
- Reimer, O. & Harms-Ringdahl, S. 2001. Predator-inducible changes in blue mussels from predator-free Baltic Sea. *Marine Biology* 139:959-965.
- Riisgård, H.U. & Larsen, P.S. 2000. Comparative ecophysiology of active zoobenthic filter feeding, essence of current knowledge. *Journal of Sea Research* 44:169-193.
- Riisgård, H.U. 1988. Efficiency of particle retention and filtration rate in 6 species of Northeast American bivalves. *Marine Ecology Progress Series* 45:217-223.
- Riquelme C, Hayashida G, Toranzo A.E, Vilches J, Chavez P., 1995. Pathogenicity studies on a *Vibrio anguillarum*-related (VAR) strain causing an epizootic in *Argopecten purpuratus* larvae cultured in Chile. *Disease of Aquatic Organisms* 22:135–141.

- Robert R and Gérard A., 1999. Bivalve hatchery technology: the current situation for the Pacific oyster *Crassostrea gigas* and the scallop *Pecten maximus* in France. *Aquatic Living Resources* 12:2121–130.
- Robert R, Miner P, Mazurier M, Connan J.P., 1994. L'écloserie expérimentale d'Argenton. Bilan et perspectives. *Equinoxe* 50:19–31.
- Roman, G., 2005. Settlement of *Chlamys varia* (L.) in the hatchery. *Journal of Shellfish Research*.24(2):363-368.
- Roman, G., Campos, M.J., Acosta, G.P., 1996. Relationships among environment, spawning and settlement of Queen scallop in the Ria de Arosa\_Galicia NW Spain.. *Aquacult. Int.* 4, 225–236.
- Roman, G., J. Cano & T. Garcia. 1985. A first trial with pectinid collectors in Malaga (S.E. Spain). *Proc. 5th Pectinid Workshop, La Coruna, Spain.* May 6-10, 1985.
- Rupp, G.S. & Parsons, G.J. 2004. Effects of salinity and temperature on the survival and byssal attachment of the lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* at its southern distribution limit. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 309:173-198.
- Ruzzante. D. E.. Zaixso, H. E., 1985. Settlement of *Chlamys tehuelchus* (D'Orb.) on artificial collectors. Seasonal changes in spat settlement. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 26: 195-197
- Salaün M., 1994. La larve de *Pecten maximus*, genèse et nutrition. PhD thesis, *Université de Bretagne Occidentale, Brest, France.* 242 pp.
- Sastry A.N., 1966. Temperature effects in reproduction of the bay scallops, *Aequipecten irradians* Lamarck. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 130:118–134.

- Scheltema R.S., 1971. Dispersal of phytoplanktotrophic shipworm larvae (Bivalvia: Terenidae) over long distance by ocean currents. *Marine Biology* 11:5–11.
- Schmidt-Nielsen, K. 1990. Animal physiology: Adaptation and environment. 4th ed. *Cambridge University Press*, 602 pp.
- Slater, J. 1978. Collection of naturally released scallop spat 1977. *White Fish Authority Field Report No. 597*.
- Slater, J., 1979b. A description of the larvae of *Pecten maximus* (L.) produced in a hatchery. *White Fish Authority Field Report No. 783*.
- Slater, J., 1980. Scallop spat collection in 1979--a method for predicting the time of peak scallop collection. *White Fish Authority Field Report No. 846*.
- Slater, J., 2005a. Morphological identification of larval king scallops, *Pecten maximus* (L.) from natural plankton samples. *Journal of Shellfish Research*. 24(4):937-950.
- Slater, J., 2006. Development and application of techniques for prediction of the scallop *Pecten maximus* (L.) spatfall. *Journal of Shellfish Research*. 25(3):795-806.
- Stanley C. A., 1967. The commercial scallop *Pecten maximus* in Northern Irish waters. PhD thesis, *Queen's University of Ireland, Belfast, Ireland*. 252 pp.
- Statistica 7.0, 2006. Statsoft Inc., Ohaio, U.S.A.
- Stoz W. and Mendo J., 2001. Pesquerias, repoblamiento y manejo de bancos naturales de Pectinidos en Iberoamérica: su interaccion con la acuicultura. In Maeda-Martinez A.N (Ed.). *Los Moluscos Pectinidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura* (Limusa, Noriega Editores, México) pp. 357–374 501 pp.
- Strand, Ø. & Nylund, A. 1991. The reproductive cycle of the scallop *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758) from two populations in western Norway, 60°N and

- 64°N. In: Shumway, S. & Sandifer, P.A. (eds.). An international compendium of scallop biology and culture, *The World Aquaculture Society, USA*, pp. 95-105.
- Strand, Ø., Solberg, P., Andersen, K.K. & Magnesen, T. 1993. Salinity tolerance of juvenile scallops (*Pecten maximus* L.) at low temperature. *Aquaculture* 115:169-179.
- Strickland, J. & Dabinett, P. 1993. Rates of feeding, oxygen consumption and ammonia excretion as a function of size for hatchery reared spat of the sea scallop *Placopecten magellanicus*. *Bulletin of the Aquaculture Association Canada* 93-4:125-127.
- Tang, S.-F. 1941. The breeding of the scallop [*Pecten maximus* (L.)] with a note on the growth rate. Proceedings and transactions, *Liverpool Biological Society* 54:9-28.
- Tebble, N. 1966. British bivalve seashells. A handbook for identification. Trustees of the British Museum (Natural History), *Oxford, UK*, 212 pp.
- Thompson R.J., 1977. Blood chemistry, biochemical composition, and the annual reproductive cycle in the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, from Southeast Newfoundland. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 34:2104–2116.
- Thompson, R.J. & MacDonald, B.A. 1991. Physiological integrations and energy partitioning. In: Shumway, S.E. (ed). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 347-376.
- Thorson G., 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews* 25:1–45.

- Thorson G., 1966. Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities. *Netherlands Journal of Sea Research* 3:2267–293.
- Thouzeau G and Lehay D., 1988. Variabilité spatio-temporelle de la distribution, de la croissance et de la survie des juvéniles de *Pecten maximus* (L.) issus des pontes 1985, en baie de Saint Brieuc. *Oceanologica Acta* 11:267–283.
- Thouzeau, G., 1991. Experimental collection of post-larvae of *Pecten maximus*\_Linne.and other benthic macrofaunal species in the Bay of Saint-Brieuc\_France.: II. Reproduction patterns and post-larval growth of 5 mollusc species. *J. Exp. Mar. Ecol. Biol.* 148, 181–200.
- Uriarte I, Rupp G, Abarca A., 2001. Produccion de juveniles de Pectinidos iberoamericanos bajo condiciones controladas. In Maeda-Martinez A.N (Ed.). Los Moluscos Pectinidos de Iberoamérica: *Ciencia y Acuicultura*(Limusa, Noriega Editores, México) pp. 147–172 501 pp.
- Vahl O., 1982. Long term variation in recruitment of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller), from Northern Norway. *Netherlands Journal of Sea Research* 16:80–87.
- Vahl, O. 1972. Particle retention and relation between water transport and oxygen uptake in *Chlamys opercularis* (L.)(Bivalvia). *Ophelia* 10:67-74.
- Vahl, O. 1973. Efficiency of particle retention in *Chlamys islandica* (O.F. Müller). *Astarteo*:21-25.
- Ventilla R.F., 1982. The scallop industry in Japan. *Advance in Marine Biology* 20:309–382.
- Vermeij, G.J. 1993. A natural history of shells. *Princeton University Press, New Jersey, USA*, 207 pp.

- Voutsinou-Taliadouri F. & E.T. Balopoulos, 1991. Geochemical and physical oceanographic aspects of the Ambrakikos Gulf (Ionian Sea, Greece). *Toxicological and Environmental Chemistry*, 31-32: 177-185.
- Wallace, J.C., 1982. The culture of Iceland scallop, *Chlamys islandica*: I. Spat collection and growth during the first year. *Aquaculture* 26, 311–320.
- Waller, T.R. 1991. Evolutionary relationships among commercial scallops(Mollusca:Bivalvia:Pectinidae). In: Shumway, S.E. (ed). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 1-73.
- Ward, J.E., Levinton, J.S. & Shumway, S.E. 2003. Influence of diet on pre-ingestive particle processing in bivalves I: Transport velocities on the ctenidium. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 293:129-149.
- Wieser, W. 1973. Temperature relations of ectotherms: A speculative review. In: Wieser, W. (ed.). Effects of temperature on ectothermic organisms. Ecological implications and mechanisms of compensation, *Springer-Verlag, Germany*, pp. 1-23.
- Wildish, D. & Kristmanson, D. 1997. Benthic suspension feeders and flow. *Cambridge University Press, UK*, 409 pp.
- Wilson, J.H. 1987a. Spawning of *Pecten maximus* (Pectinidae) and the artificial collection of juveniles in two bays in the west of Ireland. *Aquaculture* 61:99-111.
- Winter, J.E. 1978. A review on the knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. *Aquaculture* 13:1-33.
- Wolff M., 1988. Spawning and recruitment in the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*. *Marine Ecology Progress Series* 42:213–217.

- Woodin S.A., 1976. Adult–larval interactions in dense infaunal assemblage: patterns of abundance. *Journal of Marine Research* 34:25–41.
- Wright D.A, Kennedy V.S, Roosenberg W.H, Castagna M, Mihursky J.A., 1983. Temperature tolerance of embryos and larvae of five bivalve species under simulated power entrainment conditions: a synthesis. *Marine Biology* 77:271–278.
- Wright D.A, Roosenberg W.H, Castagna M., 1984. Thermal tolerance in embryos and larvae of the bay scallop *Argopecten irradians* under simulated power plant entrainment conditions. *Marine Ecology Progress Series* 14:269–273.
- Yamamoto G., 1960. Mortalities of the scallop during its life cycle. *Bulletin of the Marine Biological Station of Asamushi* X:2 149–152.
- Γκατζέλια Α.,Ζαλαχώρη Ε., Παυλίδης Π., 1990 b. Μελέτη διερεύνησης θέσεων υδατοκαλλιέργειας στον Αμβρακικό Κόλπο. *Τελική έκθεση. ETANAM Α.Ε.* Πρέβεζα, σελ. 35.
- Γκότση-Σκρέτα Ο., Μπογδάνος Κ., Παναγιωτάκη Π., Ψόχιου Ε., Θεοδώρου Ι. Α., 2003. Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης του Αμβρακικού Κόλπου και ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών. *Πρακτικά 11<sup>ου</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου Ιχθυολόγων*, σελ 99-102.
- Χατζημπίρος Κ., Παναγιωτίδης Π., Ανδρεαδάκης Α., 1991. Εκτίμηση ρυπαντικού φορτίου και επιπτώσεις στην τροφική κατάσταση του Αμβρακικού Κόλπου. *Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας*.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Πίνακας Ι.** Αποτελέσματα μετρήσεων θερμοκρασίας και διαλυμένου οξυγόνου.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ				ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ		
	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΜΕΣΟΝΕΡΑ	ΒΥΘΟΣ	ΜΕΣΗ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΜΕΣΟΝΕΡΑ	ΒΥΘΟΣ
30 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	19	18	18	18	7,2	7,0	6,6
15 ΜΑΙΟΥ	22	21	20	21	7,3	7,2	6,6
30 ΜΑΙΟΥ	25	25	23	24	7,3	7,0	6,1
15 ΙΟΥΝΙΟΥ	26	24	24	25	7,3	6,2	3,3
30 ΙΟΥΝΙΟΥ	28	27	23	26	7,2	5,8	2,9
15 ΙΟΥΛΙΟΥ	29	28	27	28	7,3	5,6	2,3
31 ΙΟΥΛΙΟΥ	28	28	27	28	7,2	5,5	3,5
13 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	28	27	26	27	7,3	6,2	5,3
30 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	27	27	26	27	7,1	6,3	5,5
18 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ	25	25	24	25			

**Πίνακας ΙΙ.** Μετρήσεις της παρουσίας νυμφών στο νερό.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΑΤΟΜΑ ΝΥΜΦΩΝ / m <sup>3</sup> ΝΕΡΟΥ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
30 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	347	18
15 ΜΑΙΟΥ	427	21
30 ΜΑΙΟΥ	653	24
15 ΙΟΥΝΙΟΥ	400	25
30 ΙΟΥΝΙΟΥ	427	26
15 ΙΟΥΛΙΟΥ	533	28
31 ΙΟΥΛΙΟΥ	293	28
13 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	320	27



30 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	40	27
18 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ		25

**Πίνακας III.** Αποτελέσματα μετρήσεων γόνου στους συλλέκτες ένδειξης για το *Chlamys varia* (μέσοι όροι, n=3).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΜΕΣΟΝΕΡΑ	ΒΥΘΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ
15 ΜΑΙΟΥ	21	4	8	12	24
30 ΜΑΙΟΥ	24	3	8	15	26
15 ΙΟΥΝΙΟΥ	25	3	11	24	38
30 ΙΟΥΝΙΟΥ	26	5	5	18	28
15 ΙΟΥΛΙΟΥ	28	3	6	16	25
31 ΙΟΥΛΙΟΥ	28	5	8	28	41
13 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	27	1	9	14	24
30 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	27	2	5	12	19
ΣΥΝΟΛΑ		26	60	139	225
ΠΟΣΟΣΤΑ		11,6	26,7	61,8	100%

**Πίνακας IV.** Αποτελέσματα μετρήσεων γόνου στους συλλέκτες ένδειξης για το *Flexorecten glaber* (μέσοι όροι, n=3).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΜΕΣΟΝΕΡΑ	ΒΥΘΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ
15 ΜΑΙΟΥ	21	5	10	10	25
30 ΜΑΙΟΥ	24	4	7	13	24
15 ΙΟΥΝΙΟΥ	25	9	14	18	41
30 ΙΟΥΝΙΟΥ	26	3	7	15	25
15 ΙΟΥΛΙΟΥ	28	2	4	10	16
31 ΙΟΥΛΙΟΥ	28	2	12	12	26
13 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	27	1	7	9	17
30 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	27	0	3	1	4
ΣΥΝΟΛΑ		26	64	88	178
ΠΟΣΟΣΤΑ		14,6	36,0	49,4	100%

**Πίνακας V.** Αποτελέσματα δειγματοληψιών συλλογής νυμφών και προσκόλλησης γόνου (μέσοι όροι, n=3).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΠΛΑΓΚΤΟ (ΑΤΟΜΑ/m <sup>3</sup> ΝΕΡΟΥ)	ΑΤΟΜΑ ΓΟΝΟΥ (ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΕΝΔΕΙΞΗΣ)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΗΣ %
30 ΑΠΡΙΛΙΟΥ	347		14,1
15 ΜΑΙΟΥ	427	49	11,7
30 ΜΑΙΟΥ	653	50	12,1
15 ΙΟΥΝΙΟΥ	400	79	13,3
30 ΙΟΥΝΙΟΥ	427	53	9,6
15 ΙΟΥΛΙΟΥ	533	41	12,6
31 ΙΟΥΛΙΟΥ	293	67	14,0
13 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	320	41	7,2
30 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ	40	23	11,8

**Πίνακας VI.** Αποτελέσματα συλλογής του γόνου των δύο ειδών στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας (μέσοι όροι, n=3).

	<i>Chlamys varia</i>		<i>Flexopecten glaber</i>		ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ
	ΑΤΟΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ	ΑΤΟΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ		
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	56	11,5	32	9,5	88	10,7
ΜΕΣΟΝΕΡΑ	131	26,8	138	41,1	269	32,6
ΒΥΘΟΣ	302	61,8	166	49,4	468	56,7
ΣΥΝΟΛΟ	489	100%	336	100%	825	100%

**Πίνακας VII.** Διαλογή μεγεθών στα άτομα γόνου του *Chlamys varia* σε σχέση με το βάθος (μέσοι όροι, n=3).

ΜΕΓΕΘΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΟΥΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		ΜΕΣΟΝΕΡΑ		ΒΥΘΟΣ		ΣΥΝΟΛΟ	
		ΑΤΟΜΑ	%	ΑΤΟΜΑ	%	ΑΤΟΜΑ	%	ΑΤΟΜΑ	%
A	< 0.5cm	11	19,6	23	17,6	21	7,0	55	11,2
B	0.5cm - 1cm	26	46,4	43	32,8	129	42,7	198	40,5
Γ	> 1cm	19	33,9	65	49,6	152	50,3	236	48,3
ΣΥΝΟΛΟ		56		131		302		489	100

**Πίνακας VIII.** Διαλογή μεγεθών στα άτομα γόνου του *Flexopecten glaber* σε σχέση με το βάθος (μέσοι όροι, n=3).

ΜΕΓΕΘΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΟΥΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ		ΜΕΣΟΝΕΡΑ		ΒΥΘΟΣ		ΣΥΝΟΛΟ	
		ΑΤΟΜΑ	%	ΑΤΟΜΑ	%	ΑΤΟΜΑ	%	ΑΤΟΜΑ	%
A	< 0.5cm	6	18,8	14	10,1	6	3,6	26	7,7
B	0.5cm - 1cm	12	37,5	46	33,3	61	36,7	119	35,4
Γ	> 1cm	14	43,8	78	56,5	99	59,6	191	56,8
ΣΥΝΟΛΟ		32		138		166		336	100

**Πίνακας IX.** Θνησιμότητα του γόνου των δύο ειδών στους συλλέκτες μεγάλης διάρκειας (μέσοι όροι, n=3).

	<i>Chlamys varia</i>		<i>Flexopecten glaber</i>		ΣΥΝΟΛΟ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ
	ΑΤΟΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ	ΑΤΟΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ		
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	2	3,6	1	3,1	3	3,4
ΜΕΣΟΝΕΡΑ	2	1,5	4	2,9	6	2,2
ΒΥΘΟΣ	5	1,7	6	3,6	11	2,4
ΣΥΝΟΛΟ	9	1,8	11	3,3	20	2,4

